

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

دكتور محمد زكى عويس

أسلحة الدمار الشامل (فاضلة)

دار المعارف

اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية
تصدر عن دار المعارف

[٦١١]

رئيس التحرير: رجب البنا

تصميم الغلاف : منى جامع

دكتور محمد زكى عويس

أسلحة الدمار الشامل



دار المعارف

إن الذين عنوا بإنشــاء هـذه السلسلة ونشرها ، لم يفكروا إلا فى شىء واحد ، هو نشر الثقافة من حيث هى ثقافة ، لا يريدون إلا أن يقرأ أبناء الشعوب العـربيـة . وأن ينتفعـوا ، وأن تـدعـوهــم هذه القــراءة إلى الاستزادة من الثقــافة ، والطموح إلى حياة عقليـة أرقى وأخصب من الحياة العقليـة التى نحيـاهـا .

طه حسين

الناشر : دار المعارف — ١١١٩ كورنيش النيل — القاهرة ج . م . ع .

مقدّمة

لم يكن موضوع هذا الكتاب عن الإشعاع النووى وأسلحة الدمار الشامل نابعًا من فراغ ، فهذه الأسلحة تشكل قضية قائمة دومًا ، وستبقى كذلك إلى حين تنتهى الصراعات بين البشر . وهى تتصف بأهمية وخطورة كبيرتين فى آن ، لاتصالها بالأمن والعلم والتنمية والتلوث ومصير الأنظمة السياسية .

والتدمير الشامل الذى تجسد بصورة الأسلحة الجرثومية والكيميائية فى بداية هذا القرن ، اتخذ بعدًا آخر عند ظهور الأسلحة النووية عقب نهاية الحرب العالمية الثانية فمنذ هذه الحرب تطورت الأسلحة المدمرة نفسها جنبًا إلى جنب مع وسائل إطلاقها التى صارت قادرة على نقلها إلى أهداف تبعد آلاف الأميال . وهكذا صار التدمير الشامل الذى ظهر منذ قرون عديدة بصورة وسيلة بدائية جدًّا ، خطرًا لا يستثنى منطقة فى نواحى الأرض الأربعة .

فى هذا الخصوص ، لا يمكن تحميل العلم مسئوليته عن نشوء الأسلحة المدمرة . فالعلم محايد أينما كان ، وهو يعمل وفق منطقه

ومناهجه والحقائق التى يتوصل إليها – أما توجيهه إلى هذا الهدف أو ذاك فشأن يعود إلى أصحاب القرار السياسى ومطامحهم .

وتؤدى أسلحة التدمير الشامل دورًا كبيرًا فى التنمية لكنه مدمر وقاتل كما هى طبيعتها . فإذا استعملت ، تلحق هذه الأسلحة أضرارًا فى الأرواح والممتلكات لا تعوض وتطول المقصود وغير المقصود بالتدمير ، وقد أثبتت ذلك تجارب كثيرة ، أما إذا لم تستعمل ، فتبقى هذه الأسلحة مدمرة أيضًا . أفليست تأكل من الحصص المالية المخصصة لتطوير الاقتصاد بفروعه المختلفة ، كما لمؤسسات التربية والتعليم والرعاية الاجتماعية ؟ ألم تؤد مصانع الأسلحة والصواريخ والمفاعلات النووية إلى إبطاء النمو الاقتصادى لدول كثيرة ؟

وفيما يخص التلوث هناك كلام يبدأ ولا ينتهى ، فالأسلحة المدمرة بأنواعها تحتاج إلى عناية وخدمة عظيمتين ، قد تتخطيان طاقة بعض من يحوزها ، فحتى تفكيكها يحتاج إلى موازنات ضخمة قد تفوق طاقة بعض الدول .

وليس من سبل إلى تجاهل علاقة مبدأ التدمير الشامل بالسياسة ، فالأسلحة المعنية كانت فى أحسن الأحوال وسيلة ردع ، وفى أسوئها وسيلة هجومية (وفى أحيان معدودة) .

وفى جميع الأحوال كانت أداة لرفع شأن دولة معينة أمام خصومها . غير أن خبرة ما بعد الحرب الباردة أثبتت أن المصير الاستراتيجى لأى نظام سياسى يتوقف على طبيعته وعلى درجة تحقيقه انسجامًا اجتماعيًا ، وإن لم يخل من صراع غير تناصرى وغير دموى . وكان افتقاد الاتحاد السوفيتى السابق صاحب الجبروت والأنظمة التى دارت فى فلكه خير مثال . وبلا شك استمر سنون طويلة قبل انحسار تهديد الأسلحة المدمرة رغم إدراك جميع مخاطرها ، لكن الاتجاه العام فى العالم هو لمصلحة التخلى عنها وإن كان بطيئًا . وفى هذا الميل يستعيد العلم بعضًا من استقلاله عن السياسة ليصب المزيد من البحث فى مشكلات الإنسان التنموية والصحية والتعليمية والتربوية ، التى كانت أحد منابع الحروب والشرور التى ابتلت بها البشرية وما زالت .

وفى السنوات الماضية بذلت ومازالت تبذل الدول المتقدمة بزعامة الولايات المتحدة الأمريكية جهودًا مضنية من أجل السيطرة ومنع انتشار أسلحة الدمار الشامل بصفة عامة ، والأسلحة النووية بصفة خاصة بين الدول المختلفة التى تسعى إلى تعزيز أمنها القومى ، وذلك بامتلاك أى من الأسلحة النووية أو الكيميائية أو البيولوجية (الجرثومية) .

ومنذ تفكك الاتحاد السوفيتى ، واجهت العديد من جمهورياته

ضغوطًا مستمرة بغرض « تفكيك » السلاح النووى لديها والتحكم بكميات محدودة منه ، بغرض حدوث توازن استراتيجى يعزز من فرص السلام العالمى ونزع فتيل الحرب الذى كان قائمًا قبل تغيير الأيديولوجيات السوفيتية على النحو الذى نراه اليوم . وربما نجحت سياسة الترغيب التى اتبعتها الولايات المتحدة الأمريكية فى هذا الشأن والتى تقضى بتدعيم اقتصاديات هذه الدول للتغلب على مشاكلها الداخلية من ديون وبطالة نتيجة لتوقف برامج التنمية الشاملة بها ، إلا أن النجاح الذى أحرزته الولايات المتحدة الأمريكية قد شجع المافيا الروسية وتعاونها مع المافيا الدولية المنظمة إلى التعامل مع المواد المشعة ابتداء من اليورانيوم المخصب والزئبق الأحمر المشع والبلوتونيوم والذى أثار الرعب العالمى خاصة إثر اكتشاف البوليس الألمانى مؤخرًا لكميات كبيرة من هذه المواد المهربة من دولة روسيا .

ويلاحظ المراقبون اهتمام الولايات المتحدة الأمريكية فى الآونة الأخيرة بالمسألة النووية ، وإثارتها لضجة عالمية لتحديد معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية بين الدول ، حين تجديدها خلال شهر أبريل عام ١٩٩٥ .

وتلتزم بهذه المعاهدة حتى الآن جميع الدول العربية ما عدا « إسرائيل » ، وتحاول الولايات المتحدة الأمريكية جعل هذه

الاتفاقية سارية المفعول إلى مدى غير مسمى . أى لا يحق للدول الموقعة عليها بالتراجع عن التزاماتها بعدم التعامل مع هذه الأسلحة ، مما أثار مخاوف العديد من الدول التى ترى أن نصوص هذه المعاهدة لا تكفى للدفاع عن أمنها القومى الذى تهدده قوى خارجية تمتلك أسلحة نووية ، ولم تتعهد مطلقًا بالتوقيع على هذه المعاهدة . ومن أجل ذلك ، اتسعت القضية لتشمل جميع الدول التى لديها تصورات خاصة بالأوضاع النووية فى العالم ، مثل الهند والمكسيك والأرجنتين وأندونيسيا وغيرها من الدول التى تتخذ مواقف محددة تجاه هذه المعاهدة ، استنادًا إلى أن مدها إلى أجل غير مسمى ، يكرس انقسامًا بين دول نووية ودول غير نووية إلى ما لا نهاية . ويتعارض ذلك مع ما تقضى به هذه المعاهدة بأنها لا تضمن لأطرافها حماية أمنية ذات مصداقية ضد التهديدات النووية بل إن هذه المعاهدة تمنع الدول الموقعة عليها من تطوير مفاعلاتها النووية بغرض الاستخدامات السلمية .

ولم يصبح السلاح النووى سرًّا الآن ، كما كان فى الماضى إبان الحرب العالمية الثانية ، خاصة بعد أن دخل النادى النووى العديد من دول العالم الثالث مثل الصين والهند وإسرائيل وجنوب أفريقيا ، وقد تلحق بهم قريبًا دول أخرى مثل البرازيل والأرجنتين وباكستان وإيران وكوريا الشمالية .

ونظرًا لأن موضوع أسلحة الدمار الشامل يمس قطاعات كبيرة من شعبنا العربى المعرض للخطر الداهم ، خاصة وأن هذه الأسلحة مكدسة فى ترسانة إسرائيل النووية فإننى أتناول فى الباب الأول من هذا الكتاب الحقائق العلمية لهذه الأسلحة الفتاكة ، أنواعها ومخاطرها وطرق الوقاية منها وفى الباب الثانى أناقش قضايا الإشعاع النووى وطرق الوقاية منه بالإضافة إلى استعراض القضايا المتعلقة بالنفايات الصناعية وصراع الشمال والجنوب . ونرجو أن يكون نشر هذه الفصول فائدة علمية توضح المخاطر والمحاذير فى مجال أسلحة الدمار الشامل وطرق الوقاية منها .

د . محمد زكى عويس

البَـابُ الأولـ

أسلحة الدمار الشامل

الفصل الأول : الأسلحة النووية

الفصل الثانى : الأسلحة الكيميائية

الفصل الثالث : الأسلحة البيولوجية

الفصل الأول

الأسلحة النووية

مقدمة :

في بداية هذا القرن ، عرف الإنسان التركيب الدقيق للذرة . فالذرة تتكون من نواة (قلب الذرة) وتحتوى على عدد محدد من البروتونات التى تحمل شحنة موجبة ، وعددًا آخر من النيوترونات المتعادلة كهربائيا . ويحيط بالنواة وفى مدارات مختلفة عدد من الإلكترونات التى تحمل شحنة سالبة . ويجب أن يكون عدد الإلكترونات فى الذرة مساويًا لعدد البروتونات فى النواة ، وبذلك تكون الذرة متعادلة كهربائيًا . وقد وجد أن كتلة الإلكترون تساوى $9.1X10^{-31}kg$ وكتلة كل من البروتون والنيوترون تعادل ١٨٤٠ مرة من كتلة الإلكترون . ولذلك فإن النواة فى الذرة تشكل أكثر من ٩٩,٩٪ من كتلة الذرة . ويكون الفرق بين ذرات عنصر ما وذرات عنصر آخر بعدد البروتونات (أو عدد الإلكترونات) التى تحتويها كل ذرة . أما عدد النيوترونات فيمكن أن يختلف حتى فى ذرات العنصر الواحد ، ويشكل ما يعرف بنظائر العنصر ، حيث تسمى ذرات العنصر الواحد الذى تختلف فى عدد النيوترونات بالنظائر "Isotopes" .

ويطلق على عدد البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة الذرة بعدد الكتلة "Mass Number" وعدد الكتلة يساوى تقريبًا كتلة الذرة ، إذا ما أهملنا كتلة الإلكترونات التى هى صغيرة جدًّا مقارنة بكتلة البروتونات .

المتفجرات التقليدية والنووية :

والآن وبعد أن عرفنا محتويات الذرات ، دعنا نفرق بين المتفجرات التقليدية (غير النووية) وبين المتفجرات النووية :

إن الانفجار فى المتفجرات التقليدية ما هو إلا تفاعل كيميائى سريع جدًّا يتيح للطاقة المصاحبة له أن تتبدد ، وينجم عنه تكون كميات هائلة من الغاز ، تتمدد بتأثير الحرارة وتدفع ما أمامها مسببة الانفجار .

والتفاعل الكيميائى بشكل عام يترك نواة الذرة دون تغيير ، والذى يتعرض للتغيير هى الإلكترونات فى المدارات الخارجية للذرة فقط .

أما الانفجار النووى ، فيحدث نتيجة لتغيير فى نواة الذرة ، ويكون هذا التغيير إما على شكل انقسام فى نوى الذرات "Nuclear Fission" ينتج عنه طاقة ، كما يحدث فى القنبلة النووية ، أو على

شكل اندماج بين نوى الذرات "Nuclear Fission" كما يحدث في حالة القنبلة الهيدروجينية وقد بين العالم الفيزيائى الألمانى « البرت أينشتين » أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة ، كما أن الطاقة يمكن تحويلها إلى مادة . فإذا فقدت المادة بعض طاقتها نقصت بالتالى كتلتها بكمية تتناسب مع هذا النقص وفقًا لمعادلة أينشتين الشهيرة :

$$E = MC^2$$

حيث إن E تمثل الطاقة و M الكتلة و C^2 هى مربع سرعة الضوء فى الفراغ .

ونظرًا لأن قيمة سرعة الضوء (C) كبير جدًّا تساوى $3X10^8$m/sec، فإن مقدارًا ضئيلاً من المادة يتحول إلى قدر هائل من الطاقة . ففى الانشطار النووى يحدث انقسام لذرات المعادن الثقيلة مثل اليورانيوم ٢٣٥ (عدد كتلة ٢٣٥) أو البلوتونيوم ٢٣٩ (عدد كتلة ٢٣٩) . يكون نتيجة هذا الانقسام تكون ذرات أصغر يكون مجموع كتلتها أصغر من كتلة الذرة قبل الانقسام ، ويتحول فرق الكتلة هذه إلى طاقة هائلة تصاحب التفجير النووى :

وقد اكتشف العالمان الألمانيان شتر اسمان "Strassmann" وأوتوهان "Otto Hahn" فى عام ١٩٣٨ تفاعلاً نوويًا عظيمًا ، عبارة عن

انقسام نواة اليورانيوم ٢٣٥ بعد قذفها بالنيوترونات وتحولها إلى عنصرى الباريوم والكربتون . وقد صاحب انقسام هذا العنصر الثقيل انطلاق نيوترونات وتصاعد كميات كبيرة من الطاقة تبلغ $5x10^{12}$cal سعر حرارى لكل جزىء جرامى من اليورانيوم ، حيث إن الكيلوجرام الواحد من اليورانيوم يحتوى تقريبًا على أربع ذرات جرامية . وعلى ذلك فإن الطاقة المنطلقة من كيلوجرام واحد من اليورانيوم تبلغ $2x10^{13}$ سعر حرارى ، وهى كمية هائلة إذا ما قورنت بالطاقة المتولدة من احتراق كيلوجرام واحد من الفحم الحجرى التى تبلغ $8x10^{6}$ سعرًا حراريًا . أى أن اليورانيوم يفوق الفحم كمصدر للطاقة بمقدار ٢,٥ مليون مرة .

سلسلة التفاعلات النووية :

ونظرًا ، لأن الانقسام السابق ذكره ، يكون مصحوبًا بانبعاث نيوترونات إضافية ، فإن عملية الانقسام تتتابع على شكل تفاعلات نووية سلسلية طالما ظل اليورانيوم كوقود نووى مازال موجودًا .

ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة الآتية :

يورانيوم^{٢٣٥}+نيوترون ← باريوم^{١٤٣} +كربتون^{٩٤}+٢ نيوترون +طاقة

ويمكن التحكم فى الانقسام النووى السابق ، بحيث يصبح مصدرًا لعدد من العناصر المشعة ، وذلك فى حالة استخدام أجهزة

خاصة للتحكم فى التفاعلات النووية السلسلية وتسمى أجهزة التحكم هذه بالمفاعلات النووية Nuclear Reactor، كما يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة من التفاعلات النووية فى تشغيل وحدات بخارية تدير مولدات للطاقة الكهربائية .

أما الانقسامات النووية (والتفاعلات النووية) غير المتحكم فيها فهى تستخدم كمتفجرات نووية ، فيما يلى نستعرض أنواع الأسلحة النووية .

أنواع الأسلحة النووية

أولاً - القنبلة النووية (الذرية) :

يمكن أن يحدث الانشطار النووى في عنصرى اليورانيوم ٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩ ، وذلك عندما يتعرضان لسيل من نيوترونات بطيئة ، وكما ذكرنا سلفًا ، فإن هذا الانشطار ينتج عنه انبعاث نيوترونات أخرى تهاجم ذرات أخرى وتنشطر ، وهكذا يحدث التفاعل النووى المتسلسل .

إلا أن فكرة القنبلة النووية تعتمد على انشطار نوى اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم ٢٣٩ دون الاستعانة بالنيوترونات لبدء التفاعل المتسلسل . فإذا أخذ أربعة إلى ثمانية كيلوجرامات من يورانيوم ٢٣٥

أو بلوتونيوم ٢٣٩ ، ثم تعرضت فجأة لضغط كبير فى فترة زمنية قصيرة جدًّا تبلغ جزءًا من المليون من الثانية ، فإن كتلتها تنكمش إلى حجم أصغر ، ويحدث انشطار نووى بطريقة تلقائية وتنطلق كمية من الطاقة تكافئ ما ينتج من انفجار عشرين إلى مائتى ألف طن من مادة ثلاثى نيوتروتولوئين (TNT) شديد الانفجار . وتعتمد مقدار الطاقة المتولدة عن انفجار القنبلة النووية بشكل عام على نوعية التقنية المستخدمة فى صنع القنبلة النووية . فمثلا كانت القنبلة البدائية الأولى التى ألقيت على مدينة هيروشيما باليابان أثناء الحرب العالمية الثانية ، تزن ٤ أطنان ، وتحتوى على قدرة تدميرية تعادل ٢٠ (عشرون) ألف طن من مادة TNT . والآن تطورت القنابل النووية ، بحيث أصبحت تزن ٠,١ من الطن أى (١٠٠ كيلوجرام) فقط بقوة تدميرية تعادل ٢٠٠ (مائتين) ألف طن من TNT . ومن المعروف أنه كلما زادت القوة التدميرية للقنبلة وقل وزنها كانت أكثر كفاءة ، بحيث يمكن حملها بسهولة على شكل رؤوس نووية بواسطة الصواريخ .

أسلحة استراتيجية وتكتيكية :

وتستخدم هذه القنابل النووية كأسلحة استراتيجية للهجوم على أهداف كبيرة مثل المدن . ويمكن الآن تصنيع قنابل نووية صغيرة

تكون قدرتها التدميرية فى حدود ألف إلى خمسة آلاف طن من مادة TNT. وتستخدم كأسلحة تكتيكية يتم قذفها بمقاتلات قاذفة أو صواريخ للهجوم على أهداف صغيرة مثل المطارات ومصانع الأسلحة ومواقع الضواريخ وغيرها مما يحسم نتائج المعارك .

مكونات القنبلة النووية :

وتتكون القنبلة النووية عادة – وكما ذكرنا من قبل – من ٤ إلى ٨ كيلوجرامات على شكل كميتين منفصلتين من عنصر اليورانيوم ٢٣٥ المخصب والسريع الانشطار بنسبة ٨٠٪ و ٢٠٪ من عنصر اليورانيوم ٢٣٨ الخامل أو البلوتونيوم ٢٣٩ . وبواسطة جهاز خاص بالقنبلة يتم جمع وضغط هاتين الكميتين ضغطًا مفاجئًا إلى حجم أصغر .

ويمكن إحداث هذا الضغط باستعمال كمية محدودة من مادة TNT شديدة الانفجار . وحتى يكون الانفجار النووى ناجحًا يجب أن يستفاد من جميع النيوترونات المنبعثة فى شطر جميع نوى اليورانيوم أو البلوتونيوم . ويتطلب ذلك بقاء هاتين المادتين من الشوائب التى تمتص النيوترونات مثل عنصر الكادميوم . كما يجب ألا تشتت النيوترونات المتولدة وتبطئ سرعتها وذلك بأن تكون كمية اليورانيوم أو البلوتونيوم مناسبة ، بحيث لا تسمح

بتشتت النيوترونات . وأيضًا يجب ألا تقل كتلة اليورانيوم أو البلوتونيوم عن مقدار معين (٤ – ٨ كيلوجرامات) الذى يعرف بالكتلة الحرجة التى تشغل حجمًا معينًا عندما تضغط فجأة ، يعرف بالحجم الحرج ، بحيث يسمح باقتناص كل النيوترونات وعدم ضياع أى منها .

الانفجار النووى :

هذا ، وعند حدوث الانفجار النووى فإن الطاقة الناتجة تحول المواد المستخدمة إلى غاز ، وينتج ضغط هائل ورياح شديدة السرعة تتكون نتيجة التمدد المفاجئ . كما ينتج وميض وهاج أقوى من ضوء الشمس ، ودرجة حرارة تصل إلى عشرة ملايين درجة مئوية . وعندما يتحرر الغاز من هذا الضغط تنطلق موجة لافحة تحمل خطرًا مميتًا على هيئة اشعاعات قوية مختلفة الأنواع تؤدى إلى قطع التيار الكهربائى وإيقاف محركات السيارات ، حتى تلك الواقعة على مسافات بعيدة نسبيًا من موقع الانفجار . هذا ، وتتصاعد أتربة كثيفة تثار وتكتسب خاصية الإشعاع باندماجها فى عملية التفجير واختلاطها بالإشعاعات أثناء الانفجار النووى .

أنواع الأشعة النووية :

وتتكون هذه الأشعة النووية من ثلاثة أنواع هى أشعة ألفا (α) وبيتا (β) وجاما (δ) :

فتتألف أشعة ألفا : من جسيمات لها شحنة موجبة مقدارها 2 + وكتلتها تساوى 4 (أى تحتوى على بروتونين ونيوترونين) وهى عبارة عن أيونات عنصر الهيليوم He^{+2} .

ونظرًا ، لثقل الجسيمات وانخفاض سرعتها النسبية (يبلغ متوسط سرعتها $\frac{١}{١٥}$ من سرعة الضوء) فإنها لا تخترق الأجسام بسهولة . فهى تخترق مسافة من ٥ سم إلى ١٠ سم من الهواء أو ٠,١ مليمتر من أنسجة الجسم ، لذلك فإن هذه الأشعة ليس لها ضرر إذا كان مصدرها خارج الجسم ، أما إذا كانت آتية من مادة مشعة داخل الجسم ، أخذت عن طريق الجهاز التنفسى أو الجهاز الهضمى من الهواء أو المأكولات والمشروبات الملوثة بالإشعاع الناتج عن الانفجار ، فإنها تسبب أضرارًا كبيرة للأنسجة الداخلية التى تلامس هذه المواد المشعة .

أما أشعة بيتا : فهى عبارة عن ألكترونات تسير بسرعة عالية قد تصل إلى سرعة الضوء ، ولها قدرة اختراق أعلى من أشعة ألفا . وتخترق أشعة بيتا من ١ سم إلى ١٥ سم فى الهواء أو من ١ سم إلى ٣ سم من أنسجة الجسم ، ولها قدرة عالية على اختراق الأجسام الصلبة . ولكنها لا تنفذ خلال طبقات الرصاص بسمك ٢ مليمتر . ونظرًا لأن هذه الأشعة تخترق طبقة الجلد ، فإنها تسبب ضررًا شديدًا فى الطبقات الجلدية العليا إذا مرت بقرب

الجلد . أما إذا دخلت هذه الأشعة الجسم عن طريق الأكل أو التنفس ؛ فإنها تسبب خطورة كبيرة تؤدى إلى الوفاة .

وأما أشعة جاما : فهى عبارة عن أشعة كهرومغناطيسية (مثل الأشعة الضوئية) وهى تشبه الأشعة السينية ، إلا أن طول موجتها أقصر بكثير ، لذا فإن طاقتها تكون أكبر ، وبالتالى قدرتها على الاختراق تكون أعظم ، وبذلك فإنها تحدث أضرارًا بالغة بجميع الكائنات الحية . وعندما يتعرض الإنسان إلى الإشعاعات النووية فإنها تؤدى إلى حروق وأمراض سرطانية مختلفة . كما أنها تؤدى إلى اختلال كيمياء الجسم وبنائه وإلى فقر الدم . وعندما تزداد الجرعة الإشعاعية فإنها تؤدى إلى الوفاة .

والجدير بالذكر ، أن الإنسان قد يصيبه الإشعاع النووى — إما بعد الانفجار النووى مباشرة أو عن طريق الغبار النووى المتخلف عن الانفجار النووى — والغبار النووى هو مجموعات هائلة من الرقائق المشعة المختلفة الحجم والصفات ، منها ما مصدره مادة القنابل نفسها . ومنها أتربة اكتسبت خاصية الإشعاع باندماجها فى عمليات التفجير واختلاطها بالإشعاعات أثناء الانفجار النووى . والغبار النووى قد يبقى عالقًا فى الفضاء سنوات عديدة .

مشاكل الحصول على اليورانيوم

ومن أهم المشاكل التى تواجه العديد من الدول المهتمة بالتكنولوجيا النووية هى الحصول على عنصرى اليورانيوم ٢٣٥ المخصب والبلوتونيوم ٢٣٩ .. وتعتبر هذه العناصر من المحاذير التى لا يجب تداولها بين الدول أو المنظمات الدولية ، نظرًا لأهميتها فى صنع القنابل النووية .. وفيما يلى نستعرض باختصار كيفية الحصول على هذه العناصر :

توجد مادة اليورانيوم فى الطبيعة على هيئة يورانيوم ٢٣٨ الخامل (هذا العنصر غير قابل للانشطار النووى) ، وتحتوى هذه المادة فقط على ٠,٧٪ من يورانيوم ٢٣٥ . ومن أجل استخدام مادة اليورانيوم الطبيعية ، لابد من إجراء عملية تخصيب لليورانيوم ٢٣٨ الطبيعى ، بحيث يحتوى على ٢٪ - ٤٪ يورانيوم ٢٣٥ ، حتى يصلح للاستخدام كوقود فى المفاعلات النووية . وإذا رغب فى استخدام اليورانيوم فى صنع القنابل النووية ، فلابد أن يصل درجة خصوبته إلى ٨٠٪ على الأقل يورانيوم ٢٣٥ ، لذلك ، لابد للدول التى ترغب فى الحصول على سلاح نووى إنشاء مفاعلات نووية خاصة والتى تكون باهظة التكاليف بالإضافة إلى أنها تحتاج تقنية عالية عادة غير متوفرة لجميع الدول .

وقد تطورت حاليا عدة طرق لتخصيب اليورانيوم دون الحاجة إلى إقامة المفاعلات النووية ، وتعتمد عملية تخصيب اليورانيوم على كون اليورانيوم ٢٣٥ النظير الأخف وزنا فى أى خليط غازى (أى بتحويل اليورانيوم إلى الحالة الغازية) . وعلى ذلك فإن النظير الأخف يتطاير وينفذ أولا وبسرعة أكبر من النظير الأثقل وهو اليورانيوم ٢٣٨ وبذلك يمكن فصل اليورانيوم ٢٣٥ عن اليورانيوم ٢٣٨ .

تخصيب اليورانيوم بأشعة الليزر :

ومن الوسائل الفعالة حاليا هو استعمال أشعة الليزر المنتخبة فى عملية تخصيب اليورانيوم . وتقوم هذه الأشعة بإزالة بعض الألكترونات عن ذرات اليورانيوم ٢٣٥ دون أن تتأثر ذرات اليورانيوم ٢٣٨ . وبذلك يصبح اليورانيوم ٢٣٥ متأيناً ويحمل شحنة كهربائية موجبة ، وبالتالى يمكن تجميع ذراته بواسطة لوحة جامعة ذات جهد كهربائى سالب . وبالطبع هذه الطريقة تحتاج إلى تطوير أجهزة الليزر المناسبة لهذا الغرض ، بالإضافة إلى مشاكل التقنية المتعلقة بعمليات تخزين اليورانيوم المخصب . إلا أن هذه الطريقة تعتبر اقتصادية فى التكاليف وتعمل على توفير الفاقد فى كمية اليورانيوم المخصب بنسبة ١٥٪ .

استخلاص البلوتونيوم :

أما عنصر البلوتونيوم فهو لا يوجد فى الطبيعة ، وإنما يتم الحصول عليه كناتج جانبى لعملية توليد الطاقة فى المفاعلات النووية باستخدام اليورانيوم المخصب كوقود نووى . ويتم استخلاص البلوتونيوم من المواد المشعة الأخرى (مخلفات الوقود النووى المستهلك) باستخدام أجهزة خاصة .

ثانيا : القنبلة الهيدروجينية :

تعتمد الفكرة الأساسية للقنبلة الهيدروجينية أو القنبلة النووية الحرارية على الاندماج النووى (Nuclear Fusion) لعنصر الديوتيريوم (^{2}H)وهو احدى نظائر عنصر الهيدروجين مع عنصر التريتيوم(^{3}H) ونتيجة لعمليات الاندماج النووى يتم تكوين ذرة الهيليوم (^{4}He) وينطلق نيوترون .

ويمثل فرق الكتلة بين المواد المتفاعلة والنواتج التابعة من التفاعل النووى حوالى ٠,٤٪ يخرج على شكل طاقة هائلة .. والقنبلة الهيدروجينية تتكون من ١,٣٦ كيلو جرام من عنصر التريتيوم ٠,٩١ كيلو جرام من الديوتيريوم . ويحتاج لإتمام عملية الاندماج تفجير نووى محدود ، لذلك يحاط بهذا المخلوط قنبلة نووية ،

تستخدم الطاقة المتولدة من تفجيرها فى اندماج مكونات المخلوط لتكوين الهيليوم وانطلاق مقدار من الطاقة يعادل ما ينتج من انفجار عشرين مليون طن من مادة TNT . أى أن انفجار القنبلة الهيدروجينية يزيد على انفجار قنبلة نووية بمائة إلى ألف مرة .

ويمكن تمثيل عملية الاندماج النووى بالمعادلة :

$$^{2}H + ^{3}H \xrightarrow{\text{انفجار نووى}} ^{4}He + ^{1}n$$

ديوتيريوم + تريتيوم ← هيليوم + نيوترون

تدعى القنبلة الهيدروجينية بالقنبلة الحرارية ، لأن عملية اندماج النوى عبارة عن تفاعلات نووية حرارية لا تبدأ إلا إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى درجة عالية جدًا ، والذى يجعل هذا التفاعل يستمر حتى تنتهى المكونات هو أن هذه التفاعلات نفسها تفاعلات طاردة للحرارة (أى مولدة للطاقة) "Exothermic" .

ثالثًا : القنبلة النيوترونية :

هى عبارة عن قنبلة هيدروجينية مصغرة ، إلا أن تركيبها وتأثيرها يختلف عن القنبلة الهيدروجينية ، حيث إن معظم مفعول القنبلة النيوترونية يكون على شكل إشعاع نيوترونى يخترق الأجسام الحية وتؤدى إلى قتلها فى الحال ، بينما لا تؤثر على المنشآت بشكل

يذكر وذلك على عكس القنبلة الهيدروجينية التى يؤثر مفعولها من حرارة وضغط إلى دمار المنشآت والكائنات الحية على السواء .

تاريخ السلاح النووى :

وفيما يلى سوف نستعرض واقع الأسلحة النووية فى العالم :

اهتمت الولايات المتحدة الأمريكية إبان الحرب العالمية الثانية بتطوير برنامجها النووى ، وذلك بإنشاء مشروع مانهاتن السرى لبناء سلاح نووى تحت إشراف العالم روبرت أوبينهايمر (Robert Openheimer) الذى كان يعمل أستاذًا للفيزياء بجامعة كاليفورنيا . وفى شهر يوليو عام ١٩٤٥ تم بنجاح أول تفجير تجريبى نووى فى صحراء الماجوردو Almagordo بولاية نيومكسيكو الأمريكية .

وقد استعملت الولايات المتحدة الأمريكية القنابل النووية فى حسم نتيجة الحرب العالمية الثانية . ففى عام ١٩٤٥ ، تم إلقاء قنبلة نووية على مدينة هيروشيما اليابانية وأخرى على مدينة ناجازاكى اليابانية أيضًا ، مما أدى إلى قتل حوالى مائتى ألف شخص بالإضافة إلى التدمير الهائل لمعظم منشآت المدينتين ، ومنذ ذلك الوقت عرف العالم السلاح الجديد ، وأدرك خطورته وأهميته العسكرية ، مما دفع الكثير من دول العالم وحتى الآن إلى محاولة اقتناء ذلك السلاح الرهيب .

وفى عام ١٩٤٩ تمكن الروس من تفجير قنبلتهم النووية الأولى ، وتبعهم الإنجليز عام ١٩٥٢ . وفى عام ١٩٥٢ أيضا نجحت الولايات المتحدة من إنتاج القنبلة الهيدروجينية ، وفى عام ١٩٦٠ تمكن الفرنسيون من تفجير قنبلتهم النووية الأولى وذلك فى صحراء الجزائر ، كما فجرت فرنسا أول قنبلة هيدروجينية عام ١٩٦٨ . وقد نجحت بعد ذلك الولايات المتحدة الأمريكية فى صنع القنبلة النيوترونية . كما لحقت الصين بالنادى النووى عام ١٩٦٤ بعد تفجيرها للقنبلة النووية فى صحراء منغوليا وتمكنت بعد ذلك من صنع القنبلة الهيدروجينية . ثم تمكنت الهند من تفجير قنبلتهم النووية عام ١٩٧٤ .

وتختلف الهند عن الدول النووية الخمس الأخرى فى كونها استوردت من الخارج معظم منشآتها النووية لأغراض سلمية واستطاعت أن تحولها لأغراض عسكرية .

ومن المعتقد أن دولاً عديدة تتبع نفس الطريق الذى اتخذته الهند . هذا وقد ثبت مؤخرًا أن إسرائيل ودولة جنوب أفريقيا تمتلكان أسلحة نووية رغم نفيهما رسميًا . وذلك على الرغم من الاتفاقيات الدولية التى تنصّ على حظر التسلح بالأسلحة النووية . وكذلك على الرغم من الرقابة الشديدة من قبل وكالة الطاقة الذرية



صاروخ يحمل رأسا نوويا

التابعة لهيئة الأمم المتحدة والتى تهدف إلى الحد من انتشار الأسلحة النووية .

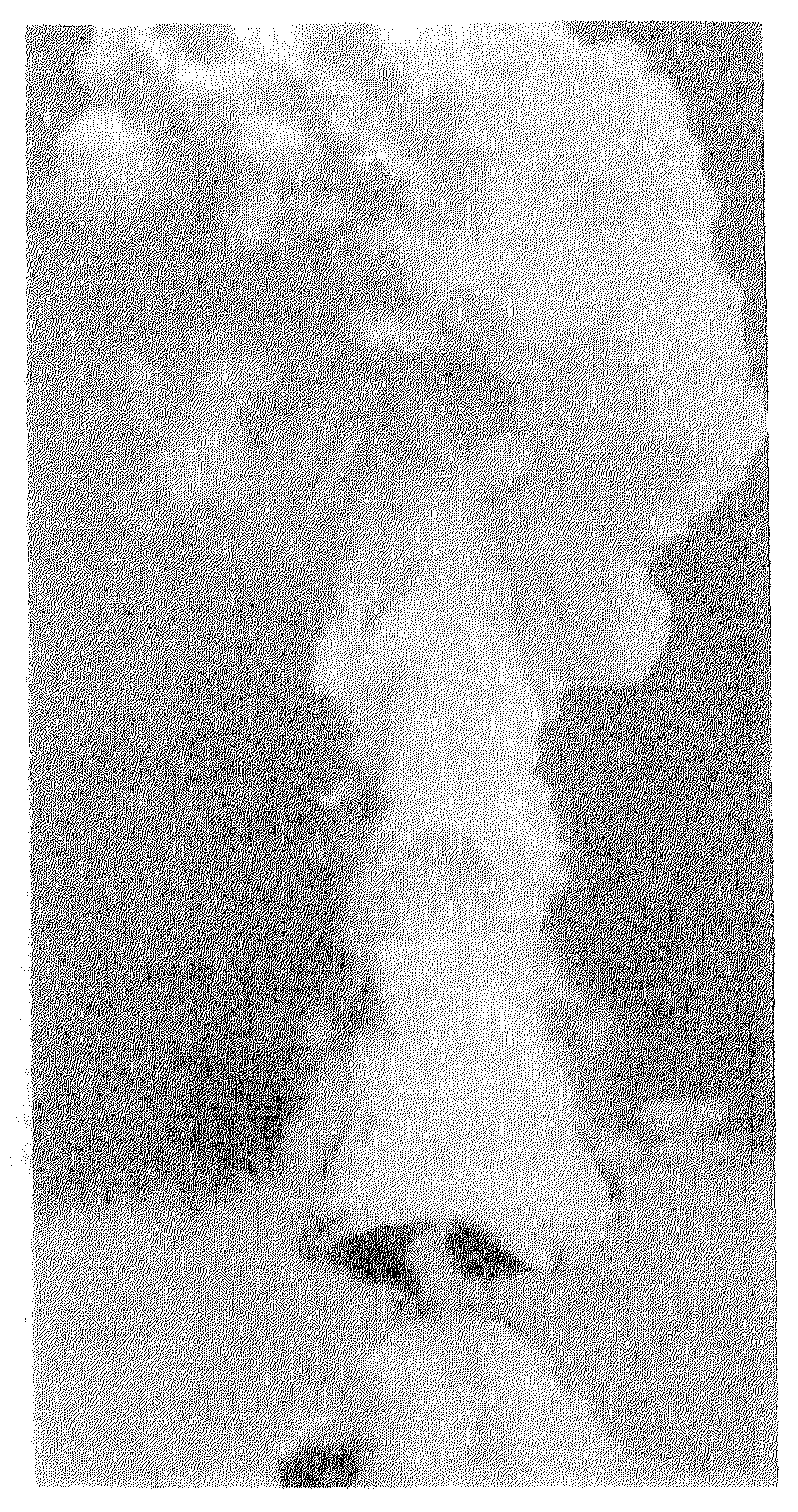
إن كلا من المشاريع النووية السلمية والعسكرية يعتمدان تقريبًا على نفس المنشآت والتقنية . فالمفاعلات النووية المصممة لتوليد الطاقة الكهربائية تنتج البلوتونيوم الذى يعتبر العنصر الأساس لصناعة الأسلحة النووية كما ذكرنا سلفًا بالإضافة إلى أن وقود المفاعل النووى المستخدم فى إنتاج الطاقة الكهربائية هو عبارة عن اليورانيوم ٢٣٥ أو البلوتونيوم .. بالتالى يمكن استخدامها فى صنع أسلحة نووية .

ونظرًا لتسرب معظم المعلومات الخاصة بصنع القنابل النووية ، وكذلك توفر خامات اليورانيوم فى الطبيعة وإمكانية تداول المواد النووية المشروعة وغير المشروعة بين الدول والمنظمات ، فإن أى دولة تمتلك تقريبًا القدرة المادية والطموح للحصول على السلاح النووى .

الوضع النووى العالمى :

وينقسم الوضع النووى لدول العالم على النحو التالى :

(أ) دول تأكد امتلاكها لقدرات وأسلحة نووية : هى الولايات



انفجار نووی

المتحدة الأمريكية وروسيا وبعض جمهوريات الاتحاد السوفيتى السابق وبريطانيا وفرنسا والصين والهند .

(ب) دول تمتلك قدرات نووية ولكنها لم تصنع أسلحة نووية (كما هو معلن نظرًا لتعهدات دولية وداخلية) : هى كندا واليابان واستراليا وألمانيا الغربية وهولندا وايطاليا وبلجيكا وسويسرا والسويد واسبانيا وبولندا .

(جـ) دول تملك الآن أسلحة نووية رغم نفيها رسميًا : هى إسرائيل وجنوب أفريقيا .

(د) دول يعتقد أنها على وشك صنع أسلحة نووية : هى الأرجنتين والبرازيل وباكستان وكوريا الشمالية والجنوبية وإيران .

(هـ) دول لديها اهتمام بتطوير التكنولوجيا النووية ولكنها غير قادرة على صنع أسلحة نووية : هى : سوريا وشيلى واندونيسيا والعراق وليبيا .

(و) دول غير مهتمة الآن بالأسلحة النووية بسبب عدم قدرتها على صنع هذه الأسلحة : هى تمثل بقية دول العالم .

وسائل الوقاية :

أما عن وسائل الوقاية من الأسلحة النووية فهى تتمثل باتخاذ

بعض الاحتياطات الوقائية مثل اللجوء إلى الملاجئ والخنادق المغطاة والمجهزة بوسائل سحب وترشيح الهواء أثناء التعرض لهجوم نووى . كما يجب أن تجهز هذه الملاجئ بكميات من الأغذية والمياه تكفى للمدة الضرورية لبقاء الأشخاص فيها . أما إذا كان الأشخاص فى أرض مكشوفة أثناء الانفجار ، فأفضل ما يستطيعون عمله هو الاحتماء بأقرب حفرة والانبطاح على الأرض مع تغطية العينين والجسم بعيدًا عن اتجاه الانفجار . وفى حالة توفر أقنعة فإنه يفضل لبسها للوقاية من الأضرار الناجمة عن الغبار النووى .

ولكن هذه الاحتياطات لا تفيد فى معظم الأحيان ، نظرًا لكون الهجوم النووى مباغتًا ، وتتم الأضرار الناجمة عنه فى وقت سريع جدًّا . إلا أن إخلاء المنطقة بعد الهجوم النووى وتفادى التعرض للإشعاعات قد يقلل الأخطار الناتجة عن هذه الإشعاعات .

وبهذا الصدد مازال البرنامج النووى الإسرائيلى يشكل خطورة كبيرة على الأمن القومى العربى وإمكانية إحلال السلام العادل فى منطقتنا العربية ، حيث ذكر مؤخرًا أن إسرائيل تمتلك أكثر من مائتى رأس نووى بالإضافة إلى توفير إمكانية إيصال هذه الرؤوس النووية إلى كافة الدول العربية بدون استثناء ، وذلك عن طريق تطوير برامج الصواريخ بعيدة المدى والطائرات العملاقة .

وهذا ما ترفضه الآن جميع الدول العربية التى تطالب بضرورة إخلاء المنطقة العربية والشرق الأوسط من أسلحة الدمار الشامل والتركيز على ضرورة قبول إسرائيل الانضمام لمعاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية وحق التفتيش الدولى على منشآتها النووية .

إلا أن هذه الجهود لابد أن تكون متمشية مع خطط عملية لتنمية قدرتنا الفنية والعلمية العربية الذاتية من أجل خلق توازن استراتيجى فى المنطقة ، يفرض على إسرائيل تخليها عن برنامجها النووى التدميرى الرهيب ، وقبولها للتعايش السلمى فى ظل السلام العادل والآمن .

الفصل الثانى

الأسلحة الكيميائية

مقدمة :

إن تصنيع وتطوير أسلحة الدمار الشامل النووية والكيميائية والبيولوجية (الجرثومية) ، قد يؤدى إلى كارثة عالمية قد ترجع بالبشرية إلى الحياة البدائية ، إن لم تقض على العالم بأسره . . فالتقديرات تشير إلى أنه توجد حاليًا أسلحة نووية فى العديد من الدول تكفى لتدمير العالم بأكمله . هذا بالإضافة إلى تأثير الأسلحة الكيميائية والجرثومية ، وهى أسلحة تختلف عن الأسلحة النووية فى كونها تنفرد بتدمير الكائنات الحية دون إلحاق ضرر بالمنشآت .

وفيما يلى سوف أتناول بعض الحقائق العلمية عن الأسلحة الكيميائية وأنواعها ومخاطرها وطرق الوقاية منها :

ما هى الأسلحة الكيمائية ؟ :

الأسلحة الكيميائية : هى عبارة عن استخدام المواد الكيميائية السامة فى الحروب لغرض قتل أو تعطيل الإنسان والحيوان وإلحاق الضرر أيضًا بالنباتات . ويتم ذلك عن طريق دخول هذه المواد

الجسم سواء باستنشاقها أو تناولها عن طريق الفم أو ملامستها للعيون أو الأغشية المخاطية .

وهذه المواد الكيميائية ، قد تكون غازية أو سائلة سريعة التبخر ونادرًا ما تكون فى الحالة الصلبة . وتطلق المواد الكيميائية عادة فى الفضاء أو تُلقى على الأرض ، سواء بالرش مباشرة بواسطة الطائرات على ارتفاع منخفض ، أو وضعها فى ذخائر على شكل قنابل أو قذائف ، بحيث توضع الكيميائيات السامة فى أوعية من الرصاص أو الخزف حتى لا تتفاعل مع مواد قابلة للانفجار أو مع جدار القذيفة . وعند وصول القذيفة إلى الهدف وانفجارها تتصاعد المادة الكيميائية السامة على شكل أبخرة مسببة الموت الجماعى .

وتتميز المواد الكيميائية السامة بروائح مميزة ، ولذلك يمكن الابتعاد عنها أو استعمال الأقنعة والملابس الواقية ، مما يقلل الأضرار الناتجة عنها . إلا أن هناك بعض الكيميائيات (مثل غاز الأعصاب الذى تم اكتشافه إبان الحرب العالمية الثانية) تسبب شللاً فى الأعصاب وأعراضا أخرى ، مما يؤدى إلى الموت ، وتتميز هذه الغازات عن غيرها بالسُمية العالية وبأنها عديمة اللون والرائحة تقريبًا ، وبذلك يصعب اكتشافها على عكس الأسلحة الكيميائية الأخرى ، والجدير بالذكر أن هناك سُميات كيميائية أخرى لها

قدرة عالية فى السُمية مثل « سم بتولينيوم » الذى ينتجه فطر بتولينيوم ، حيث ينمو هذا الفطر على اللحوم والأسماك المعلبة الفاسدة فى معزل عن الأوكسجين ، مما ينتج مادة سامة تعتبر أكثر من ألف مرة من سُمية غازات الأعصاب .

واستخدام الأسلحة الكيميائية فى المعارك فكرة قديمة ، وقد بدأ عمل أبحاث مكثفة حولها فى وقت مبكر ، بلغ ذروته خلال الحرب العالمية الأولى . ومنذ ذلك الوقت تم اكتشاف العديد من الأسلحة الكيميائية المتطورة . ومن أهم المواد الكيميائية التى استخدمت أثناء الحرب العالمية الأولى هى غازات الخردل والفوسجين وسيانيد الهيدروجين .

التسمم بغازات الخردل :

ومن أعراض التسمم بغازات الخردل : التهاب وتورم وألم فى العينين مصحوبة بالعطس الشديد والكحة المتواصلة ،ويشعر المصاب بأكلان فى الجلد والتهابه ، مع ظهور القرح به . وقد يؤدى ذلك إلى تسرب الميكروبات إلى الجلد المجروح . كما أن التسمم بغازات الخردل يؤدى إلى التهاب الجهاز التنفسى والجهاز الهضمى ، فتحدث فيهما الالتهابات والتقرحات مما يسهل معه دخول الجراثيم للجسم ، ويسبب الأمراض المعدية . وقد تكون غازات الخردل مركبات عضوية كبريتية لها رائحة تشبه رائحة

البصل أو الثوم ، كما تكون مركبات عضوية نيتروجينية لها رائحة السمك .

أما غاز الفوسجين : فيعتبر من الغازات الخانقة ،وهو يسبب التهابًا للرئة والعينين وكحة شديدة وضيقًا فى التنفس ودموعًا غزيرة . وللفوسجين رائحة الدريس المتعفن .

أما غاز سيانيد الهيدروجين : فإنه يوقف أنزيمات الأكسدة فى الخلايا ، ولذلك فإنه تظهر أعراض الاختناق والحاجة إلى الهواء . ولغاز سيانيد الهيدروجين رائحة قوية ومميزة .

ويوجد حاليا أنواع عديدة من المواد الكيميائية ، مصنفة حسب تأثيرها الفسيولوجى ، وتصلح بأن تستخدم كأسلحة كيميائية نذكر منها مايلى :

أولاً : الغازات المسيلة للدموع وتشمل :

- إثيل برومو أسيتيت
- بروميدزايليل
- برومومثيل إثيل كيتون .
- أيودو أسينون .
- أيوديد بنزيل
- برومو بنزيل سيانيد

- كلورو أسيتون
- بروميد بنزيل .
- برومو أسيتون
- أثيل أيودو أسيتين
- أكرولئين
- كلور أسيتون فينون

ثانيًا : الغازات الخانقة :

- كلور – ميثل كلوريد سلفيوريل – كلورميثل كلورو فورميت
- أيثل كلوريد سلفيوريل – ثنائي مثيل سلفيت – بيروكلوروميثل مركبتان
- فوسجين – ثنائي فوسجين – كلوربيكرين كلوروبيكرين
- فينل ثنائي كلورو أرسين – ثنائي كلورومثيل إيثر
- اثيل ثنائي كلورو أرسين – فينل ثنائي بروموأرسين
- ثنائي بروموميثيل إيثر .

ثالثًا : مسممات الدم :

- سيانيد الهيدروجين .
- بروميد سياتوجين .

– كلوريد سياتوجين

رابعًا : مسببات القرح :

– كلورفانيل ثنائى كلورو أرسين
– ميثل ثنائى كلورو أرسين
– ثنائى بروموثيل سلفيد
– غازات الخردل وتشمل :
– ١ ، ٢ – ثنائى (بيتا – كلوروائيل ثيو) ايثان
– ثنائى (بيتا كلوروايثل ثيوايثل) أثير .
– ثلاثى (بيتا كلوراثيل) أمين ..

خامسًا : غازات التقيؤ :

– ثنائى فينل كلوروأرسين .
– ثنائى فينل سيانوأرسين .
– ايثل كربزول
– كلوريد فينارسازلين .

سادسًا : كيميائيات الهلوسة :

– ميسكالين – بسيلوسين – حمض ليرجينك ثنائى إيثل أميد .

سابعًا : غازات الأعصاب :

- تابون (جى أى) – سارين (جى بى) – سومان (جى دى)
- فى أكس .

ثامنًا : كيميائيات وسموم أخرى :

- ميثل – ن . (بيتا – كلورو ايثل) – ن – نيتروزوكرباميت .
- ميثل فلورو أسيتيت .
- أوكسيد الكادميوم – كربونيلات نيكل وحديد
- رزين (بروثين سام فى حبوب نبات الخروع) .
- سم بكتيريا تيتانوس .
- سم بتولينيوم .

غازات الأعصاب :

والجدير بالذكر أن العلماء الألمان قد اكتشفوا إبان الحرب العالمية الثانية ، أسلحة كيميائية ذات فعالية قوية جدًّا تسمى (غازات الأعصاب) ، وهى عبارة عن أسترات عضوية لحمض الفوسفور مرتبط بمجاميع بديلة .

إن غازات الأعصاب تبطل نشاط الأعصاب ، وبالتالى فهى تؤدى إلى الوفاة ، حيث إنها توقف عمل الكولينستريز (إنزيم

يتحكم فى التحلل المائى لاسيتايل كولين ، المادة التى تتدخل فى توصيل ونقل إشارات الأعصاب فى داخل الجسم وبالتالى يزيد فى الجسم كميات من إسيتال كولين) . وتربط غازات الأعصاب هذا الأنزيم برابط أنزيمى فوسفورى . ولذلك نرى فى حالة تعرض الإنسان لكميات غير مميتة ، فإنه يسبب انقباضا فى حدقة العين ، وضغطًا فى الصدر وآلاما فى الرأس ودوخة وتقيؤ .

أما التعرض لمزيد من غازات الأعصاب ، فإنها تؤدى إلى الوفاة بعد دوار ثم فقدان فى الوعى وعجز فى التنفس ، وانقباض فى الأعصاب وأعراض أخرى .

وتتميز غازات الأعصاب عن غيرها بالسُميّة العالية ، وبأنها عديمة اللون والرائحة تقريبًا ، وبذلك يصعب اكتشافها – وقد تم اكتشاف مادة التابون ، وهو سائل عديم اللون له رائحة فاكهة خفيف ، ومادة سارين المعروفة فى الولايات المتحدة الأمريكية باسم (جى بى) وهو عبارة عن سائل قابل للتطاير . وعندما ينتشر فى الجو بواسطة المتفجرات فإنه يتحول على شكل بخار (غاز) وهو يسبب أضرارا بالغة بالعينين والجلد والجهاز التنفسى ، إن سارين سائل كثافته ١,١جم/سم٣ ودرجة انصهاره ٥٧°م ودرجة غليانه ١٤٧°م ويذوب فى الماء . ويمكن استعجال التحلل المائى بإضافة مادة هيدروكسيد أو كربونات الصوديوم ، وفى هذه

الحالة ينتج موادا غير سامة نسبيا ، وقد تبين أن الكمية المميتة من غاز الأعصاب سارين للإنسان هى ۰٫۱ ملجرام/كجرام من وزن الجسم .

والجدير بالذكر أن لمركب سارين سُمّيّة عالية ، نتيجة لوجود مجموعة إيزوبروبوكس وفلور مرتبطتين بالفسفور ، حيث إن هذه المواد أكثر مقاومة للتحليل المائى من مشتقات الكلور أو مشتقات الكوكسى الأخرى .

وبالإضافة إلى التابون والسارين اللذين تم اكتشافهما عن طريق العلماء الروس ، إلا أن الكيميائيين الألمان اكتشفوا غاز أعصاب ثالث مشابه لتركيب غاز سارين ، وله تأثير قوى هو « غاز سومان » تلاه اكتشاف غاز أعصاب (فى أكس) فى الولايات المتحدة الأمريكية .

وقد بينت الأبحاث أن مادة سيانيد الهيدروجين والفوسجين يؤثران فقط عن طريق الجهاز التنفسى ، وينتشران بسبب الرياح ولا يبقيان على الأرض . أما أبخرة السارين فتنتشر بسرعة (ولذلك يجب أن يخزن تحت درجات حرارة باردة) وهو لا يلوث الأرض . أما غاز « أعصاب سومان » و « فى أكس » فإنهما يبقيان مدة أطول على الأرض ، ولذلك فهى تلوث الأرض وبالتالى يستمر تأثيرها على مدى أيام عن طريق الملامسة .

وقد وجد أنه لكى تنتشر المواد الكيميائية بشكل أكبر ويكون تأثيرها أكبر ولا يمكن الكشف عنها ، يجب تخزينها بداخل متفجرات قوية ، مثل قذائف المدفعية أو القنابل أو مدافع الهاون أو الصواريخ – وقد اتجهت الولايات المتحدة إلى استخدام الأسلحة الكيميائية المزدوجة ، وهى أسلحة تحتوى على عنصرى السلاح الكيميائى فى القذيفة ، يتحدان عند الانطلاق ويكونان غاز الأعصاب المميت .

إن هذه الطريقة تمكن من تخزين مكونات غاز الأعصاب ، (التى هى أقل سُمية من غاز الأعصاب نفسه) بدون التعرض لمخاطر الغاز نفسه . والجدير بالذكر أن مادة سارين تكون آكالة جدًّا (تسبب الصدأ) ولذلك فهى تحتاج إلى أوعية مبطنة بالفضة للتخزين .

لقد استُخدمت الأسلحة الكيميائية منذ مئات السنين لقتل الجنود فى المعارك . ولكن استخدامها بشكل كبير بدأ فى الحرب العالمية الأولى عام ١٩١٥ عندما نشر الألمان سحابة من غاز الكلور السام ضد الحلفاء فى فرنسا ، وعلى الرغم من توقيع معظم دول العالم على اتفاقية جنيف عام ١٩٢٥ التى تحرم الأسلحة الكيميائية واتفاقيات أخرى تلتها ، إلا أن الأحداث تشير إلى خرق هذه الاتفاقيات . بشكل كبير خاصة أثناء الحرب العالمية الثانية والحرب

الكورية . كما أن دولاً عديدة تمتلك هذه الأسلحة برغم الاتفاقيات الدولية التى تنص على التخلص من هذه الأسلحة وعدم الاستمرار فى برنامج تصنيعها وتطويرها . وتشمل هذه الدول كلا من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وفرنسا وبريطانيا وإسرائيل واثيوبيا وتايلند وفيتنام وكوريا الشمالية والصين وتايوان وبورما .

وهناك محاولات جادة لبعض الدول العربية لتدعيم قدرتها على تملك بعض من الأسلحة الكيميائية . وتعتبر كل من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا الرائدتين فى هذا المجال ، ويملكان أكبر مخزون استراتيجى من غازات الأعصاب ، وهناك خطط طموحة لإنتاج أسلحة كيميائية مزدوجة تشمل قذيفة المدفعية ١٥٥ مم من غاز الأعصاب سارين وقنبلة بى جى – فى أكس .

سبل الوقاية :

وفيما يلى سوف نستعرض وسائل الوقاية من الأسلحة الكيميائية :

إن الكثير من الأسلحة الكيميائية التى ذكرت سلفا ، لها رائحة تميزها ، لذلك يكون هناك وقت كافٍ للهروب وارتداء الأقنعة والملابس الواقية – كما يمكن الكشف عن غاز الأعصاب التى يصعب تمييزها فى وقت مبكر من الهجوم ، وذلك بواسطة أجهزة

خاصة تستطيع قياس النسب المنخفضة من غاز الأعصاب فى الجو ، وبذلك يمكن استعمال الأقنعة مما يقلل من الإصابات .

ويحتوى القناع على مرشح بداخله حبيبات بحجم حبة الشعير من فحم نباتى ينقى الهواء من الغازات السامة قبل أن تصل إلى الفم والأنف والعينين . وتعتمد فكرة المرشح على قدرة الفحم النباتى على امتصاص الغازات والأبخرة القابلة للتكثيف . ويجب تنشيط حبيبات الفحم النباتى قبل الاستعمال وذلك بتسخينها إلى درجة حرارة تصل إلى ٩٠٠°م لتخلو مسامها من المواد العضوية ، بما فيها الغازات فيسهل عليها امتصاص الغازات وقت الاستعمال . كما يحتوى القناع على وسائد من القطن أو الصوف أو الحرير الصخرى وذلك لحجز الدخان ، حيث إن الفحم لا يمتصه لكبر حجم جزئيات الدخان بالإضافة إلى ذلك فإن القناع يحتوى على نظام خاص لمنع تكدير جهاز الإبصار ويحتوى على صمامات للتحدث . وتوجد أنواع عديدة من الأقنعة للوقاية من الأسلحة الكيميائية والجرثومية ، وكذلك يقى من نوع ما من الغبار الذى يحدث عادة خلال الانفجارات النووية وبعدها .

أما عند إصابة الأشخاص بالمواد الكيميائية السامة قبل أن يتمكنوا من لبس الأقنعة والملابس الواقية ، فإن أفضل طريقة هى محاولة التخلص من الكيميائيات السامة ، ويتم ذلك عن طريق عمليات التنفس الصناعى المعتدل واستخدام الأوكسجين باعتدال للمساعدة على التنفس ، كما يجب غسل العينين وباقى أعضاء الجسم بمحلول يحتوى على تركيز



ضحايا الغاز السام في مترو أنفاق طوكيو

٢٪ من بيكربونات الصوديوم ، وإن لم يتوفر فتغسل العينين بالماء جيدا . كما يجب استبدال الملابس الملوثة بالمواد الكيميائية بأخرى نظيفة . أما إذا أصيب الشخص بالالتهاب الرئوى فإنه يعالج بالمضادات الحيوية مثل البنسلين ومركبات السلفابيريدين . وإذا كان التسمم ناتجًا عن مركبات السيانيد فيعطى حقنا متقطعة على فترات زمنية كل أربع ساعات من نيتريت الصوديوم أو ثيوسلفيت الصوديوم .

أما بالنسبة لغازات الأعصاب بالذات ، فإنه بالإمكان إعطاء المصاب بعض العقاقير التي قد تساعد على شفائه إذا كان لا يزال حيا . وقد وجد أن مادة الأتروبين تشفى بعض تأثيرات غاز الأعصاب لأنها تقوم بعمل مضاد لمادة الأستيل .كولين الذى يزداد تركيزه فى الجسم بسبب زيادة غازات الأعصاب كما ذكرنا سلفا . كما طورت بريطانيا عقار طبى يسمى ب ٢ – س (P2-S) وهو عبارة عن أوكسيم يستعمل مع الأتردين ، وقد كانت نتائجها أفضل مضادات لغازات الأعصاب .

وهناك مضادات أخرى ضد غازات الأعصاب مثل اسيتايل كولينستريز وبيريدين الدوكسيم ميثيوديد .

وما زالت الأبحاث مستمرة فى هذا المجال ، فقد أكتشف مؤخرا أنزيم يمكن الحصول عليه من عصب الحبار (حيوان رخوى من رأسيات الأرجل) يحلل مائيا مثبط الكولينستريز وبالتالى يمكن التخلص من سُمية غازات الأعصاب الملوثة للبيئة باستخدام هذا الأنزيم .

الفصل الثالث

الأسلحة البيولوجية

مقدمة :

تعتبر الأسلحة الكيميائية والبيولوجية أسلحة الدول الفقيرة التى لا تملك الإمكانات المادية والتقنية اللازمة لصنع الأسلحة النووية . وترجع خطورة الأسلحة البيولوجية (الجرثومية) إلى قدرتها على البقاء لفترات طويلة جدًّا مقارنة بالأسلحة الكيميائية أو النووية ، وكذلك قدرتها على النمو وحدوث عدوى بين المصابين ، وبالتالى قدرتها على الانتشار .

والأسلحة البيولوجية : هى عبارة عن استخدام الجراثيم أو سمومها فى المعارك ، بغرض إصابة جنود العدو بالأمراض الوبائية أو السموم القاتلة – والجراثيم والميكروبات هى كائنات حية لا ترى بالعين المجردة ، وإنما ترى بالمنظار المكبر (المجهر) ، وذلك لصغر حجمها الذى يصل إلى واحد ميكرون (١ ميكرون = 10^{-6} متر) . ومن أمثلتها البكتريا والفطريات والفيروسات . وهى تتكاثر عن طريق الانقسام كل بضعة دقائق . لذلك فإنه خلال يوم واحد يتكون من الجرثومة الواحدة أكثر من مائة جرثومة . إلا أن استعمال الأسلحة البيولوجية يحتاج إلى خبرة عالية خاصة المعرفة الصحية وكيفية الوقاية ، نظرا لأن

اتجاه الرياح أو سوء استخدام هذه الأسلحة قد يلحق ضررا بقوات المهاجمين .

ويجب أن تتوفر بعض الشروط فى الجراثيم لكى تستعمل كأسلحة بيولوجية نذكر منها : أن تكون سهلة فى زراعتها واستعمالها ، وأن تكون لديها قابلية للبقاء تحت مختلف الظروف الطبيعية مثل درجة الحرارة والرطوبة والجفاف وأشعة الشمس ، وقد ثبت بالبحث أن الهجوم الجرثومى فى الليل يكون أفضل منه فى النهار ، لأن مدة بقاء الجراثيم فى الليل يكون أطول . كما يجب اختيار الجرثومة المناسبة التى تسبب المرض والعدوى بأقل عدد منها . وعلى سبيل المثال يدخل الجسم منها — إما عن طريق الاستنشاق أو تناوله مع الطعام أو عن طريق الجروح — كائن حى فقط من جرثومة كوسييليا بيرنيتى "Cociellaburnetti" لإحداث حمى كيرى "Q- Fever" . كما يجب أن تكون الأمراض الناتجة عن الجراثيم لها أمصال أو يمكن علاجها بالعقاقير المناسبة . ويجب أن لا يملك الشخص مناعة طبيعية لتلك الجراثيم . لذلك ، فإن جرثومة باستوريلا توليرينسيس "Pasteurella Tularensis" المسببة لمرض التولاريميا "Tularemia" (الذى يكون على شكل حمى متقطعة تستمر عدة أسابيع وقد تؤدى إلى الموت) ، تعتبر من لجراثيم المستخدمة فى الحروب البيولوجية . ويرجع ذلك إلى

كون الشخص ليس لديه مناعة ضدها ، سواء أكانت المناعة طبيعية أم مكتسبة . وأنه ليس هناك دواء ناجح تماما لهذا المرض . كما أن اللقاح الخاص بها لا يعنى أن مفعوله لا يستمر لفترات طويلة ويجب تجديد اللقاح خلال فترات قصيرة .

ومما يزيد من خطورة الأسلحة البيولوجية ، أنه يمكن تغيير الخواص الطبيعية للجرثومة مثل تغيير المناعة وشكل الجرثومة واختبار الحساسية عن طريق ما يسمى بالطفرة "Mutation" وبالتالى يصعب تشخيصها . كما أن استعمال خليط من أنواع مختلفة من الجراثيم يزيد من خطورة هذه الأسلحة ، حيث يصعب تشخيص المرض ومقاومته . وأحيانا قد يستخدم خليط من أنواع مختلفة من الجراثيم مع خليط من أسلحة كيميائية مما يزيد من فعالية الجراثيم ضد الشخص المنهك بسبب فعل الأسلحة الكيميائية . ويمكن نشر الأسلحة البيولوجية عن طريق نشره على هيئة ضباب دخانى سواء بتعبئته فى ذخائر على شكل ضباب نشط أو بالرش مباشرة من خزانات الرش بواسطة الطائرات .

كما يمكن نشر هذه الأسلحة البيولوجية الفتاكة عن طريق تلويث الطعام أو الشراب بالجراثيم أو عن طريق لدغات الحشرات الحاملة للجراثيم .

والجدير بالذكر ، أن الأسلحة البيولوجية قد تكون على شكل

سائل ، ويتم ذلك بتوليد الجراثيم باستخدام غذاء سائل ، وإما أن تكون على هيئة مسحوق صلب ، وذلك عن طريق وضع الجراثيم فى مادة النشاء أو الزلال الذى يؤدى إلى سهولة انتشار الجراثيم فى الجو .

أنواع الأسلحة البيولوجية :

فيما يلى سوف نتناول بعض الأنواع الشائعة من الأسلحة البيولوجية والتى يمكن تصنيفها طبقا للأمراض التى تسببها كما يلى :

أولاً : الأمراض البكتيرية "Bacterial Diseases" :

١ – باسيليس انتراسيس : وتسبب مرض الجمرة الخبيثة .

٢ – بروسلا ميليثينس : وتسبب مرض الحمى المتحوجة .

٣ – فيبرو كوليرا : وتسبب مرض الكوليرا .

٤ – مالوميسس مالى : ويسبب الرعام (مرض يصيب الخيل فيسيل لعابها) .

٥ – وايت موريلابسيود مالى : ويسبب مرض ميليوديوسس .

٦ – باستير بلابيتس : ويسبب مرض الطاعون .

٧ – باستوريلا توليرينسيس : ويسبب مرض داء التلرمات .

ثانيًا : الأمراض الفيروسية "Viral Diseases" :

١ – ديينجوفيروسيا ويسبب مرض حمى أبو الركب (Breakbone fever) .

٢ – فيروسات تسبب مرض النكاف .

٣ – فيروسات تسبب مرض شلل الأطفال .

٤ – فيروسات تسبب مرض حمى الببغاء .

٥ – بوكسى نايرس فاريودى ويسبب مرض الجدرى .

٦ – فيروسات تسبب مرض الحمى الصفراء .

ثالثًا : أمراض الكساح "Rickettisal Diseases" :

١ – كوسييليا بيرفيتى : وتسبب مرض حمى كيرى (Q-Fever) .

٢ – ركيتسيا بروزوكى : وتسبب مرض التيفوس الوبائى .

رابعًا : الأمراض الفطرية "Fungal Diseases" :

١ – كوكسيدويس اليميتيز: ويسبب مرض كوكسيدو ميوكيس.

خامسًا : السُميات "Toxin" :

١ – كلوستريديم : ويسبب التسمم من تناول لحوم فاسدة .

٢ – بتولينيوم : ويسبب التسمم من تناول اللحوم والأسماك الفاسدة .

مع العلم بأن خطر البتولينيوم نفسه غير سام ، وإنما ينتج واحدا من أعظم السموم المعروفة للإنسان وهو يقتل فى الحال أى شخص يأكل من اللحوم والاسماك الفاسدة . وتفيد أحداث التاريخ بأن الأسلحة البيولوجية استخدمت منذ قديم الزمان . وكان يتم ذلك عن طريق إلقاء جثث الموتى المصابين بأمراض معدية مثل الطاعون والجدرى وغيرهما فى صفوف الأعداء أو عن طريق تلويث مياه الشرب . ومع تقدم العلم والوسائل التكنولوجية المختلفة أمكن الحصول على الأسلحة البيولوجية بصور متعددة .

خرق اتفاقيات الحظر الدولية :

وقد عقدت عدة اتفاقيات دولية لمنع استعمال الأسلحة البيولوجية فى المعارك .هذه الاتفاقيات حثت على تدمير مخزون جميع الدول من هذه الأسلحة وذلك نظرا للخطورة التى تشكلها تلك الأسلحة التى ربما تؤدى إلى نشوء أمراض وبائية فى العالم أجمع إذا ما طورت هذه الأسلحة وأنتجت جراثيم قاتلة ليس لها مضادات حيوية . ومن أهم هذه الاتفاقيات هى اتفاقية جينف عام ١٩٢٥ التى تحرم الأسلحة الكيميائية والبيولوجية ، وقد تلتها اتفاقيات

أخرى إلا أنه تم خرق هذه الاتفاقيات فى بعض الحروب . وكما ذكر فى بعض التقارير ما قامت به اليابان إبان حربها مع الصين عام ١٩٤٠ م بنشر وباء الطاعون عن طريق إنزال أعداد كبيرة من الجرذان الموبوءة بالمظلات فى مدن عديدة بالصين . وقد أدى ذلك إلى مقتل عدد كبير من الناس . وتشير الأحداث إلى الأسلحة البيولوجية قد استخدمت فى الحرب الكورية وكذلك فى فيتنام . كما أن كثيرا من الدول لم تدمر مخزونها من هذه الأسلحة ، بل مازالت الأبحاث المتقدمة مستمرة فى هذا المجال الخطير .

وكان السبق فى هذه الأبحاث يعود إلى الخبراء الألمان والروس والأمريكان والبريطانيين قبل وأثناء الحرب العالمية الثانية . وهناك العديد من الدول التى يعتقد بأنها تجرى أبحاثا مكثفة على الأسلحة البيولوجية بالإضافة إلى الدول سالفة الذكر ، وهى ألمانيا وكندا والسويد وإسرائيل وجنوب أفريقيا وفرنسا والصين . إلا أنه من الصعب على أجهزة الرقابة والتفتيش الدولية تحديد جميع الدول التى تجرى أبحاثا فى هذا المجال ، وذلك يعود لإمكانية إخفاء هذه الأسلحة فى المستشفيات والجامعات بحجة أن هذه الأبحاث تجرى لأغراض طبية ووقائية .

كما أن جميع دول العالم سواء المتقدمة أو النامية بإمكانها الحصول على الأسلحة الجرثومية ، وذلك لسهولة تصنيعها بتكاليف قليلة

وبكميات كافية . ويمكن إنجاز ذلك بسرعة كبيرة وفى مختبرات بسيطة . لذلك فإن مراقبة حصر هذه الأسلحة يعتبر مسألة صعبة .

طرق الوقاية والعلاج :

ونظرا لأن الهجوم بالسلاح الجرثومى غالبا ما يكون عن طريق نشره على هيئة ضباب دخانى كما ذكرنا فإن الإصابة تكون عن طريق استنشاق ذلك الضباب لذلك فإن أفضل الطرق للوقاية هو استخدام الأقنعة الواقية لهذه الجراثيم .

كما يجب الحذر من الحشرات والمياه والمأكولات الملوثة بالجراثيم ولابد من إجراء التطعيمات المناسبة ضد الجراثيم المتوقع استخدامها من قبل العدو .

أما فى حالة دخول الجراثيم الجسم ، فيأخذ المصاب فورًا خليطا من المضادات الحيوية المؤثرة فى كثير من الجراثيم ، مثل أخذ حقنة مكونة من جرام واحد من الاستربتومايسين ونصف جرام من البنسلين ونصف جرام من الترامايسين .

وبعد تحديد نوعية الجراثيم ، يجب أن يأخذ المصاب المضاد الحيوى أو المصل الواقى لهذه الجراثيم وحسب نوعها . كذلك لابد من عزل المصابين حتى لا تنتقل العدوى ، وإعطاء غير المصابين اللقاحات الواقية ضد هذه الجراثيم .

والجدير بالذكر ، أنه توجد حاليا أجهزة خاصة متطورة لأخذ

عينات من الهواء وتحليلة لمعرفة نوعية الجراثيم الموجودة ، وبالتالى يمكن الحصول على المضادات الحيوية المناسبة والأمصال الواقية قبل استفحال المرض .

التنبؤ بالهجوم الجرثومى :

ويمكن الاستدلال على احتمالية وقوع هجوم بالأسلحة البيولوجية عندما يشاهد ضباب دخانى أو حشرات أو قنابل ضعيفة الانفجار . ومن وسائل الوقاية المهمة محاولة متابعة العدو والتنبؤ بنوعية الأسلحة البيولوجية التى يملكها حتى يتم الاستعداد بتحضير الأمصال واللقاحات المناسبة .

إلا أنه رغم أساليب الوقاية المتعددة ، فإنه فى حالة الحرب قد تفقد السيطرة على مثل هذه الأمراض مما يؤدى إلى انتشار الوباء ، وبالتالى إضعاف الروح المعنوية لدى المقاتلين . وهنا تجدر الإشارة إلى انتشار فيروس الإيدز الذى يصيب جهاز المناعة للإنسان بالكامل ، ويسبب الموت للشخص المصاب . ولا يوجد حتى الآن طريقة علمية للعلاج أو احتواء هذا الفيروس ، الذى ينتقل من الشخص المصاب ويسبب العدوى للأشخاص السليمة بطرق عديدة مثل عمليات نقل الدم والممارسات الجنسية الشاذة !! وهناك شكوك علمية حول قصة اكتشاف هذا الفيروس القاتل ، وهل حقيقة للإنسان دور ما فى تصنيعه بغرض استعماله كسلاح بيولوجى ؟ .

البَابُ الثانى

المفاعلات النووية وخطر التلوث الإشعاعى فى العالم العربى

الفصل الأول : الإشعاع النووى

الفصل الثانى : المفاعلات النووية

الفصل الثالث : الإشعاع النووى وصحة الإنسان

الفصل الرابع : السموم النووية الكوكبية

الفصل الخامس : النفايات وصراع الشمال والجنوب

الفصل الأول

الإشعاع النووى

من أهم الموضوعات العلمية الملتهبة والمحتدمة فى العديد من الدول العربية فى الوقت الحاضر ، هو موضوع إنشاء المفاعلات النووية بغرض توليد الطاقة للاستخدامات السلمية . ومن أهم المشاكل التى تعترض هذا المشروع هو خطر التلوث الإشعاعى فى العالم العربى .

وفى الآونة الأخيرة احتدم الصراع بين العلماء العرب ، وتباينت اختلافاتهم ، فالبعض يؤيد فكرة المشروع ، والبعض الآخر يرفض ، نظرًا للخطر الداهم والمرتبط بتقدم التكنولوجيا النووية خاصة وأن المفاعلات النووية حتى التى أمكن إنشاؤها فى الدول المتقدمة غير مأمونة ضد الانفجار . وانتشار التلوث الإشعاعى النووى يهدد البشرية بالهلاك ويعرضهم للعديد من الأمراض الفتاكة .

وهؤلاء العلماء الرافضون يستشهدون . ولهم الحق فى ذلك بحادثى انفجار مفاعل ثرى مايلز آيلاند فى الولايات المتحدة الأمريكية وأيضا انفجار المفاعل النووى بمدينة تشيرنوبيل فى الاتحاد السوفيتى (قبل تفكك الدولة السوفيتية) ، وذلك فى عام ١٩٨٦ .

وعلى الرغم من السرية الشديدة التى أحاطت بظروف هذا الحادث من قبل الحكومة السوفيتية فى ذلك الحين ، إلا أن ما وقع فى حادث تشيرنوبيل قد تكشف تباعا ، وتناقلتها وكالات الأنباء العالمية إلى كل بقاع الأرض وشاهد المواطنون فى مختلف دول العالم وعبر الأقمار الصناعية الآثار الرهيبة التى تخلفت عن هذا الحادث المشئوم . ولعل أخطر مافى هذا الموضوع كان السحابة النووية المشعة التى نجمت عن هذا الحادث .

هذه السحابة تخطت الحدود السوفيتية (سابقا) وعبرت إلى الدول المجاورة مما أثار الفزع والرعب فى ذلك الوقت بين مواطنى هذه الدول .

بعد هذا الحادث هلعت قلوب العلماء والمسئولين عن صحة الإنسان فى مختلف دول العالم . وقد اتخذت الدول الأوروبية كافة الاحتياطات ووضعت كل الضمانات حرصا على سلامة مواطنيها وعلى سبيل المثال ، توقفت هذه الدول عن شراء المنتجات التى تستوردها من الاتحاد السوفيتى (سابقا) خاصة المواد الغذائية ، كما نظمت حملات توعية بين المواطنين ، وأيضًا وضعت قواعد صارمة لدخول مختلف السلع والبضائع وتحديد نسبة التلوث الإشعاعى بها .

وليس من قبيل المبالغة أن نقول : إن قطاعًا كبيرًا من أبناء

الشعوب العربية قد ارتعدت فرائصه فى ذلك الوقت من الخوف وهو يسمع عن اكتشاف بعض المواد الغذائية الملوثة بالإشعاع النووى والمتداولة فى الأسواق ، خاصة وأن الآثار الضارة للتلوث الإشعاعى قد لا تظهر على المدى القريب ، وإنما تظهر ببطء وخلال فترة زمنية قد تتعدى عشر سنوات .

وسواء شئنا أم أبينا ، فإن عصر المفاعلات النووية يقترب منا فى العالم العربى خاصة وفى الدول المجاورة لمنطقتنا العربية عامة . ليس لأن هذا هو التطور الطبيعى للأشياء فحسب ، بل ربما يكون أمرًا حيويا لاغنى عنه فى المستقبل القريب كمصدر للطاقة البديلة ، فضلا عن ضرورات الأمن العربى على المستوى الاستراتيجى والتكتيكى .

ولا يمنعنا ذلك من أن نحذر من أن أى إهمال أو تهاون فى إدارة وتشغيل المفاعلات النووية وإعداد الفنيين الأكفاء ؛ قد يكلفنا ليس فقط حياة أمة بأسرها ، ولكن ربما يعنى القضاء على أجيال متعاقبة . وخير دليل على ذلك التأثير المدمر الذى أحدثته — ولا يزال — القنبلة الذرية التى ألقيت فى منتصف الأربعينات على مدينتى هيروشيما ونجازاكى فى اليابان .

ومن أجل ذلك يجب أن نكون حازمين وحذرين عند التخطيط

لدخول عصر المفاعلات النووية والالتزام بالقدرات العلمية والتكنولوجية العربية الذاتية ، والعمل على تنميتها والتركيز على ضرورة التنسيق والعمل المشترك بين مراكز البحوث العربية . وأصبح واجبا على العلماء العرب والمسئولين توعية الجماهير العربية وتثقيفها بالمعلومات المتعلقة بالطاقة النووية .

ونظرا لأهمية هذا الموضوع ، فإننى أود أن أستعرض خلال هذا الفصل بعض المعلومات الأولية عن الذرة ونواتها ، وكذلك أنواع الإشعاع النووى ومصادره الطبيعية والصناعية ، حتى يمكننا بعد ذلك الحديث عن كيفية الكشف عن التلوث الإشعاعى ومعرفة مخاطره وتقديم الطرق المختلفة للوقاية منه .

البنية الأساسية للمادة :

وتعرف المادة بادئ ذى بدء بأنها : كل ماله كتلة وتوجد المادة فى أربع حالات مختلفة هى : البلازمية ، والغازية ، والسائلية ، والصلبة ، وتتكون المادة (عنصرًا أو مركبًا) من عدد كبير من الجزيئات الصغيرة ويمكن أن يوجد الجزىء فى حالة انفراد ، ويكون له نفس خواص تلك المادة . كما أن الجزىء يتكون من أكثر من ذرة .

وتتركب الذرة من نواة مركزية صغيرة الحجم جدًا ، إذا

ما قورنت بحجم الذرة نفسها . وتتركز فى النواة الكتلة الكلية للذرة تقريبا . وتدور – كما نعلم – حول النواة جسيمات دقيقة جدًّا لها شحنة سالبة وتسمى إلكترونات . وتحتوى النواة (قلب الذرة) على نوعين من الجسيمات الدقيقة وهى البروتونات والنيروتونات ، وكتلة البروتون الواحد تساوى تقريبا كتلة النيوترون كما تساعد ١٨٤٠ مرة مقدار كتلة الألكترون (كتلة الألكترون تساوى $٩,١ \times ١٠^{-٣١}$ جرام) ويحمل البروتون شحنة موجبة مساوية فى المقدار لشحنة الألكترون التى قيمتها $١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم (الكولوم يمثل الوحدة المستخدمة فى قياس الشحنات) ويكون عدد البروتونات فى الذرة الواحدة مساوٍ لعدد الإلكترونات ، وعلى ذلك فإن الذرة تكون متعادلة كهربائيا . أما النيوترونات فهى جسيمات لا تحمل أى شحنة وتكون متعادلة كهربائيا .

ولعلنا نعرف الآن ، أن الألكترونات تحتفظ بمداراتها حول النواة بفعل التوازن بين قوتين :

إحداهما : الجذب للنواة موجبة الشحنة ، ويكون اتجاهها لداخل الذرة .

والقوة الأخرى : هى القوة الطاردة المركزية بسبب الدوران ، ويكون اتجاهها إلى خارج الذرة (ويشبه ذلك دوران الكواكب

حول الشمس ، ويتسع كل مدار لعدد معين من الألكترونات تتحدد طبقا لقواعد ونظم ميكانيكا الكم التى تعالج حركة الأجسام الدقيقة بالذرات وعندما تكتسب الذرة أو تفقد ألكترونا أو أكثر فإن عدد الألكترونات بها سوف يختلف عن عدد البروتونات ، وتسمى الذرة فى هذه الحالة أيونًا . ويكون الأيون سالب الشحنة ، إذا اكتسبت الذرة الكترونًا أو أكثر . ويكون الأيون موجب الشحنة إذا فقدت الذرة الكترونًا أو أكثر .

وتتميز الذرات بما يسمى بالعدد الذرى ، وهو عدد البروتونات (أو عدد الألكترونات) فى الذرة الواحدة . أما عدد الكتلة فيعرف بأنه عدد البروتونات مضافا إليه عدد النيوترونات داخل النواة فى الذرة . ويختلف النشاط الكيميائى للعنصر باختلاف عدد البروتونات فى الذرة . لذلك فإن اسم العنصر يتغير بتغيير العدد الذرى له .

والنظائر هى صور مختلفة من ذرات العنصر الواحد يكون لها نفس عدد البروتونات (أى العدد الذرى) ولكنها تختلف فى عدد النيوترونات ، وبذلك فإنها تختلف فيما بينها فى عدد الكتلة ، وأوضح مثال على ذلك ، عنصر الهيدروجين ونظائره الديوترون والترتيوم وقد وجد أن معظم العناصر لها أكثر من نظير واحد ، بعضها يكون مستقرا (غير مشع) مثل الديوترون وبعضها غير

مستقر (مشع) مثل التريتيوم . كما توجد العناصر فى الطبيعة مختلطة مع نظائرها المشعة والغير المشعة .

وتنقسم العناصر إلى عناصر أنوية ذرتها مستقرة (غير مشعة) وعناصر أخرى أنوية ذرتها تكون غير مستقرة (مشعة) . ويرجع استقرار النواة إلى وجود النيوترونات بها ، حيث يعتقد أنها تسبب ترابط البروتونات الموجبة الشحنة بفعل القوى النووية داخل النواة والتى تبطل تأثير قوة التنافر الكهربائى فيما بينها .

وقد وجد فى حالة العناصر المستقرة الخفيفة أن عدد البروتونات مساوٍ لعدد النيوترونات . وكلما ازداد عدد البروتونات فى النواة ، نجد أن عدد النيوترونات يزيد على عدد البروتونات فيها لكى تكون النواة مستقرة .

وعند اختلال النسبة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات التى توجد بالنواة ، تصبح النواة فى حالة غير مستقرة .وتكون المادة فى هذه الحالة ذات نشاط إشعاعى .

الإشعاعات النووية :

وتنقسم المواد المشعة إلى مواد مشعة طبيعية ومواد مشعة منتجة صناعيًا ، وذلك بقذف النواة المستقرة بجسيم نووى ذى طاقة عالية .

والمواد المشعة الطبيعية تنتج ثلاثة أنواع من الإشعاع هى :

١ – **جسيمات ألفا** : وهى جسيمات دقيقة مادية تحمل شحنة موجبة ، ولذا فهى تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية ، حيث وجد أن هذه الجسيمات تنحرف عن مسارها الأصلى ، وتحتوى جسيمات ألفا على بروتونين ونيوترونين (أى أنها نواة ذرة الهيليوم) . وبالتجربة العملية أمكن دراسة قدرة هذه الجسيمات على الاختراق والنفاذ خلال المواد المختلفة . وقد ثبت أن قدرة الاختراق لهذه الجسيمات ضعيفة ، حيث إن مداها خلال الهواء قصير (عدة سنتيمترات فقط) . ويقل مداها كلما زادت كثافة المادة التى تمر بها . ولكن هذه الجسيمات تتميز بقدرة عالية على تأيين المادة (أى أنها تحول العدد الكبير من ذرات المادة التى تمر خلالها إلى أيونات) .

وتنتج المواد المشعة جسيمات ألفا ، عندما يكون العدد الذرى لها أكثر من ثمانين . ومثال ذلك انطلاق جسيم ألفا عندما تتحلل نواة ذرة الراديوم وتتحول إلى نواة ذرة الرادون طبقا للتفاعل النووى .

$^{٢٢٦}_{٨٨}$راديوم ← $^{٢٢٢}_{٨٦}$رادون + $^{٤}_{٢}$جسيم الفا

يلاحظ أن العدد أعلى يمين اسم العنصر يرمز إلى عدد الكتلة ، بينما العدد أسفل يسار اسم العنصر يرمز إلى العدد الذرى .

٢ – **جسيمات بيتا السالبة** : هى جسيمات دقيقة مادية تحمل شحنة سالبة ، تتأثر بكل المجالات الكهربائية والمغناطيسية التى تحرفها عن مسارها الأصلى . وجسيمات بيتا السالبة لها شحنة مساوية لشحنة الألكترون ولها نفس كتلة الألكترون . ولذلك فهى تعرف بأنها سيل من الألكترونات . وهذه الجسيمات لها قدرة على اختراق المواد المختلفة أكثر من جسيمات ألفا . ولكن قدرتها على التأين أقل من قدرة جسيمات ألفا . وتصدر المادة المشعة جسيمات بيتا السالبة ، عندما تحتوى نواتها على عدد كبير من النيوترونات أو تنقص بها عدد البروتونات . ويتم ذلك بتحلل نيوترون وتحوله إلى بروتون وإلكترون .

$$\text{نيوترون}^{١}_{\text{صفر}} \leftarrow \text{بروتون}^{١}_{١} + \text{جسيم بيتا السالب}^{\text{صفر}}_{-١}$$

مثال على ذلك تحول نواة ذرة الثوريوم إلى نواة ذرة البروتاكتينيوم وانطلاق جسيم بيتا السالب .

$$\text{ثوريوم}^{٢٣٤}_{٩٠} \leftarrow \text{بروتاكتينيوم}^{٢٣٤}_{٩١} + \text{جسيم بيتا السالب}^{\text{صفر}}_{-١}$$

٣ – **أشعة جاما** : هى أشعة كهرومغناطيسية لا تتأثر بأى من المجالات الكهربائية أو المغناطيسية ولها قدرة اختراق ونفاذ كبيرة ولكن قدرتها على تأين المواد المارة بها أقل من جسيمات الفا وبيتا .

وتنتج النواة أشعة جاما ، عندما تكون فى حالة إثارة أو تهيج ،

أى عندما تكون محتوية على طاقة كبيرة ، مما يجعلها تتخلص من هذه الطاقة الزائدة بأن تنتج أشعة جاما . ومثال ذلك تحول نواة ذرة الثوريوم إلى نواة ذرة الراديوم وانطلاق جسيم الفا وأشعة جاما .

$^{٢٣٢}_{٩٠}$ثوريوم ← $^{٢٢٨}_{٨٨}$راديوم + $^{٤}_{٢}$جسيم الفا + أشعة جاما

يلاحظ فى الأمثلة السابقة أن مجموع أعداد الكتلة والأعداد الذرية لكل من النواة الجديدة والأشعة المنبعثة مساوٍ تمامًا فى مجموعة لأعداد الكتلة والأعداد الذرية للنواة المشعة .

ويطلق عادة على النواة المشعة الأصلية « النواة الأم » ، بينما تسمى النواة الجديدة الناتجة « بالنواة الابنة » .

وتوجد فى الطبيعة أربع عائلات من العناصر تشع « تلقائيًا » هى : عائلة اليورانيوم وعائلة الاكتيوم وعائلة النوريوم وأخيرًا عائلة النبتونيوم . وفى كل عائلة من هذه العائلات ، نجد أن نواة ذرة العنصر (الأم) تتحلل بإصدار أشعة ألفا أو بيتا أو جامًا ، ثم تتحول إلى عنصر آخر (الأبنة) ، وهكذا يستمر التحلل حتى تصل إلى عنصر مستقر (غير مشع) .

وفي العائلات الثلاث الأولى نجد أن العنصر المستقر لها هو

عنصر الرصاص أو نظائره . أما العائلة الرابعة فإن العنصر المستقر لها هو عنصر البزمث .

وقد تمكن العلماء من إنتاج المواد المشعة بطريقة صناعية ، وذلك بقذف نواة عنصر مستقر بجسيم ذى سرعة عالية ، هذه السرعة يكتسبها الجسيم عن طريق وضعه داخل أجهزة تعجيل (Accelerator) أو عن طريق الطاقة الناتجة عن تفاعلات نووية .

والمواد المشعة المنتجة صناعيًا ، تصدر إشعاع ألفا وبيتا السالبة وجاما ، فضلاً عن أنواع أخرى من الإشعاع مثل النيوترونات والبروتونات والبوزيترونات (وهى جسيمات بيتا ولكن شحنتها موجبة) ، كما تصدر أيضًا الأشعة السينية . على سبيل المثال ، عند قذف نواة ذرة البريليوم بجسيم ألفا ينتج نيوترون .

$^{٩}_{٤}$بريليوم + $^{٤}_{٢}$جسيم الفا ← $^{١٣}_{٦}$نظير الأوكسجين

$^{١٣}_{٦}$نظير الأوكسجين ← $^{١٢}_{٦}$كربون + $^{١}_{صفر}$نيوترون

وعند قذف نواة ذرة الصوديوم بنيوترون ينتج جسيم بيتا السالب وجسيم ألفا .

$^{٢٣}_{١١}$صوديوم + $^{١}_{صفر}$نيوترون ← $^{٢٠}_{٩}$نظير الفلورين + $^{٤}_{٢}$جسيم الفا

$^{٢٠}_{٩}$نظير الفلورين ← $^{٢٠}_{١٠}$نيون + $^{صفر}_{-١}$جسيم بيتا السالب

وعند قذف نواة ذرة الصوديوم بديوترون ينتج بروتون وجسيم بيتا السالب .

$$^{٢٣}_{١١}\text{صوديوم} + {}^{٢}_{١}\text{ديوترون} \rightarrow {}^{٢٤}_{١١}\text{نظير الصوديوم} + {}^{١}_{١}\text{بروتون}$$

$$^{٢٤}_{١١}\text{نظير الصوديوم} \rightarrow {}^{٢٤}_{٢}\text{مغنسيوم} + {}^{صفر}_{-١}\text{جسيم بيتا السالب}$$

وعند قذف نواة ذرة الكربون ببروتون تنتج أشعة جاما وبيزوترون

$$^{١٢}_{١١}\text{كربون} + {}^{١}_{١}\text{بروتون} \rightleftarrows {}^{١٣}_{٧}\text{نظير النتروجين} + \text{أشعة جاما}$$

$$^{١٣}_{٧}\text{نظير النتروجين} \rightarrow {}^{١٣}_{٦}\text{تظير الكربون} + {}^{صفر}_{-١}\text{يوزتيرون}$$

وتشع النواة بوزيترون أو جسيم بيتا الموجب عندما تحتوى النواة على عدد كبير من البروتونات أو يوجد بها نقص فى عدد النيوترونات ، وذلك بتحول البروتون إلى نيوترون ويوزيترون .

$$^{١}_{١}\text{بروتون} \rightarrow {}^{١}_{صفر}\text{نيوترون} + {}^{صفر}_{١}\text{بوزيترون}$$

أما فى العناصر الثقيلة ، فإنه حينما تحتوى النواة على زيادة فى عدد البروتونات ونقص فى عدد النيوترونات ، تلتقط النواة أحد ألكتروناتها من المدارات القريبة لها ، فيتعادل بذلك أحد البروتونات الموجودة بالنواة ومن ثم يتحول إلى نيوترون .

$$^{١}_{١}\text{بروتون} + {}^{صفر}_{١}\text{الكترون} \rightarrow {}^{١}_{صفر}\text{نيوترون}$$

ويملأ الفراغ الذى نشأ فى المدارات القرينة من النواة إلكترون قادم من المدارات البعيدة عن النواة ، حيث يحدث نقص فى طاقته . هذا النقص فى الطاقة يظهر على هيئة أشعة سينية منبعثة ، كما هو موضح فى المثال التالى :

$^{٤٩}_{٢٣}$ڤناديوم + $^{\text{صفر}}_{-١}$ألكترون ← $^{٤٩}_{٢٢}$تيتانيوم + أشعة سينية

ومن أهم أنواع الإشعاع التى نود الإشارة إليها هى الأشعة الكونية (Cosmic Rays) . فقد لاحظ العلماء فى بداية هذا القرن أن نسبة قليلة من الهواء الجوى فى حالة تأين . وأن هذه النسبة تزداد كلما ارتفعنا عن سطح الأرض . مما دل على أن سبب هذا التأين ليس العناصر الطبيعية المشعة الموجودة بالأرض ، وإنما هو شيء آت من الفضاء الخارجى .

وقد ثبت فيما بعد أن سبب تأين الهواء الجوى هو أشعة آتية من أعماق الفضاء الخارجى مخترقة الغلاف الجوى للأرض وأطلق عليها اسم الأشعة الكونية .

وقد أظهرت الدراسة أن الأشعة الكونية الأساسية تتكون من حوالى ٩٠٪ بروتونات و ٩٪ جسيمات ألفا وحوالى ١٪ من نويات بعض العناصر الثقيلة مثل الحديد . هذه الجسيمات تأتى بطاقات عالية جدًّا من جميع الاتجاهات ، مما دل على أنها لا تأتى

من الشمس ، وإنما مصدرها هو النجوم المتفجرة . وأنها تكتسب طاقاتها العالية من تأثير المجالات المغناطيسية الموجودة فى الفضاء وبين النجوم .

وعند دخول الأشعة الكونية الغلاف الجوى حول الأرض ، فإنها تصطدم بذرات النيتروجين والأوكسجين فى الطبقات العليا من الغلاف الجوى . وهذا التصادم ينتج عنه أشعة ثانوية مثل أشعة جاما والكترونات وبوزيترونات ونيوترونات . معظم هذه الأشعة الثانوية تمتص بواسطة الغلاف الجوى ولكن ١٪ منها يصل إلى الأرض .

ولقد وجد أن كل شخص على الأرض يصطدم بحوالى من واحد إلى خمسة من جسيمات الأشعة الكونية كل دقيقة . كما لوحظ أن كمية الأشعة الكونية تقل كلما اقتربنا من خط الاستواء وتزداد كلما اقتربنا من المناطق القطبية ، وتعزى هذه الظاهرة إلى تأثير المجال المغناطيسى الأرضى على الجسيمات الدقيقة المشحونة كإحدى مكونات الأشعة الكونية ، حيث يحرفها عن مسارها الأصلى .

الفصل الثانى

المفاعلات النووية

مقدمة :

استطاع عالم الفيزياء الشهير « البرت أينشتين » فى أوائل هذا القرن أن يسقط الحاجز بين المادة والطاقة ، وذلك بإثبات أن المادة يمكن تحولها إلى طاقة ، والعكس يكون صحيحًا ، فيمكن للطاقة أن تتحول إلى مادة ، وقدم لنا « أينشتين » المعادلة التى تربط بين كتلة المادة والطاقة الناتجة عند فنائها ، وهى أن الطاقة تساوى كتلة المادة مضروبة فى مربع سرعة الضوء فى الفراغ .

فيما بعد ، أفادت نتائج القياسات الدقيقة لكتل الذرات ، بأن كتلة النواة بالذرة كوحدة متكاملة تكون أقل من مجموع مكونات هذه النواة منفردة ، والفرق بين القيمتين مضروب فى مربع سرعة الضوء يمثل مقدار طاقة الترابط النووى . وهى تعطى مقياسًا لمدى ترابط النواة وثباتها أو استقرارها وقد وجد العلماء أن متوسط طاقة الترابط النووى لكل جسيم من الجسيمات التى تكون النواة (أى طاقة الترابط النووى مقسومة على عدد الجسيمات التى تكوْن النواة ، وهى البروتونات والنيوترونات) تزداد بازدياد عدد

الكتلة للذرة حتى يصل عدد الكتلة إلى الرقم ٥٠ ، ثم تقل هذه الطاقة بمعدل صغير كلما زاد عدد الكتلة ، وعلى هذا الأساس اعتمدت فكرة إنتاج الطاقة باستخدام المفاعلات النووية .

المفاعلات النووية :

يرجع الفضل فى بناء المفاعلات النووية إلى جهود العلماء فى محاولة فهم عمليات الانشطار النووى بين أنوية الذرات ذات العدد الكتلى الكبير ، وقد وجد أن نواة ذرة اليورانيوم الذى عدد كتلتها يساوى ٢٣٥ تنشطر عندما تصطدم بها نيوترونات بطيئة نسبيًا . وينتج عن هذا الانشطار أنوية أخرى ذات ثقل متوسط ، وكذلك تنتج طاقة تبلغ ٠,٣٢ × ١٠^-١٠ جول لكل تصادم نيوترونى ، ويرجع سبب تولد هذه الطاقة إلى تحول جزء من الكتلة إلى طاقة ، حيث أن مجموع كتل النواتج بعد الانشطار يكون أقل من الكتلة الكلية لنواة ذرة اليورانيوم .

هذه الطاقة تكتسبها نواتج الانشطار كطاقة حركة . كما ينتج من هذا الانشطار عدد من النيوترونات تستطيع بدورها القيام بتصادم جديد ، وبذلك يستمر التفاعل والانشطار بمجرد بدئه ، ولذلك سمى هذا بالتفاعل المتسلسل .

$^{٢٣٥}_{٩٢}$يورانيوم + $^{١}_{صفر}$نيوترون ← $^{٢٣٦}_{٩٢}$يورانيوم

٣٦ يورانيوم ٩٢ ← ١٤٠ زينون ٥٤ + ٩٤ سترانشيوم ٣٨ + ٢ ١ نيوترون صفر
+ أشعة جاما + ٠,٣٢ × ١٠ ^-١٠ جول

يلاحظ من المعادلة السابقة أن الأعداد أعلى يمين العنصر تمثل عدد الكتلة ، بينما يمثل العدد أسفل يسار العنصر إلى العدد الذرى .

وقد أدى اكتشاف ظاهرة الانشطار النووى وانبعاث هذه الطاقة الهائلة إلى عمل القنبلة الذرية عام ١٩٤٥ . وقد أمكن بعد ذلك التحكم فى هذه الطاقة الهائلة الناتجة عن عمليات الانشطار النووى لأنوية ذرات اليورانيوم بما يسمى بالمفاعلات النووية ، حيث يجرى التحكم فى معدل عمليات الانشطار وإنتاج الطاقة .

ويتركب قلب المفاعل النووى من كتلة من الجرافيت بها قنوات رأسية يوضع بها قضبان الوقود الذرى ، هذا الوقود عبارة عن خليط غنى من عنصر اليورانيوم ذى عدد كتلة ٢٣٥ ، وذلك لسهولة انشطاره بالنيوترونات واليورانيوم ذى عدد كتلة ٢٣٨ ، يلاحظ أن اليورانيوم ذا عدد الكتلة ٢٣٥ يمثل حوالى ٠,٧٪ من عنصر اليورانيوم الموجود فى الطبيعة .

وتوجد قنوات رأسية أخرى بين قنوات الوقود الذرى ، يوضع بها قضبان من عنصر البورون أو الكادميوم . وتسمى هذه القضبان « قضبان التحكم » ، ويلعب الجرافيت دورًا هامًا فى المفاعل

النووى وهو تهدئه سرعة النيوترونات ، وردها إلى الوقود الذرى مرة أخرى ، ولذلك سميت كتلة الجرافيت « بالمهدئ » ، أحيانًا يستخدم الماء الثقيل كمهدئ بدلاً من الجرافيت ،ووجد أن النيوترونات البطيئة تقوم بشطر نواة اليورانيوم ،أما النيوترونات السريعة فإن احتمال شطرها لنواة اليورانيوم قليلة جدًّا ، حيث أن الفترة الزمنية التى يمكثها النيوترون فى هذه الحالة – وهو مار أمام نواة اليورانيوم تكون قصيرة ،وعلى ذلك فإن فرصة جذب النواة له بفعل القوة النووية الكبرى تكون ضعيفة . وينتج عن شطر نواة ذرة اليورانيوم نواتج معظمها مشع والتخلص من هذه المخلفات يشكل مشكلة خطيرة وصعبة أمام الدول التى تستخدم هذه المفاعلات النووية ، كما ينتج أيضًا كمية من الطاقة وتقوم النيوترونات المولدة من عمليات الانشطار (حوالى اثنين أو ثلاثة من النيوترونات) بعمليات انشطار جديدة .

وتشكل كمية الوقود الذرى وتحديد حجمه بالمفاعل قضية كبيرة . وقد وجد أنه عندما يكون حجم الوقود صغيرًا ،فإن نسبة كبيرة من النيوترونات تهرب من الوقود ، مما يهدد باستمرار التفاعل المتسلسل ، ولذلك فهناك حجم حرج للوقود الذرى يتميز به المفاعل النووى ، يستمر بعده التفاعل المتسلسل . ويمكن التحكم فى معدل حدوث الانشطار ، وذلك بواسطة قضبان البورون ذات القدرة الكبيرة على امتصاص النيوترونات . وعند تشغيل المفاعل ، توضع أولاً قضبان

البورون في أماكنها ، ثم توضع قضبان الوقود الذرى بينها ، وعند وضع كمية كافية من قضبان الوقود ، ترفع قضبان البورون وبذلك تكون كمية اليورانيوم كافية لإحداث التفاعل المتسلسل وإنتاج الطاقة باستمرار ، ويتحكم في معدل حدوث الانشطار عن طريق رفع أو خفض قضبان البورون .

وينتج عن هذه العملية حرارة عالية ، وتستخدم المياه أو الغازات في تبريد قلب المفاعل ، وفي نفس الوقت تنقل الطاقة الحرارية من داخل المفاعل إلى خارجه ، حيث يستفاد بها في تحويل المياه إلى بخار ، يستخدم في تشغيل التوربينات الخاصة بتوليد الكهرباء ، وقد تستخدم هذه الطاقة في أغراض أخرى مثل تحلية مياه البحار ، وكذلك في تسيير الغواصات .

وعند حدوث خطأ في عملية التبريد أو عدم السيطرة على عمليات التفاعل المتسلسل ، قد يتسبب ذلك في انفجار المفاعل وتتحول النواتج المشعة إلى شظايا وأبخرة يصعب التحكم بها ، وتصبح خطرًا يهدد أمن المواطنين ، وهذا بالضبط ما حدث في إنفجار مفاعل « تشيرنوبيل » في الاتحاد السوفيتي (سابقًا) .

الإشعاع الناتج عن المفاعل النووى :

ويترتب على مرور الإشعاع ذى الطاقة العالية خلال الأوساط

المادية ، مثل الغازات – حدوث تأين لكثير من ذرات الوسط ، مما يؤدى إلى وجود عدد كبير من الألكترونات والأيونات الموجبة ، فإذا استطعنا الكشف عن هذه الشحنة الناتجة ، أو تسجيلها ، أو قياسها أمكننا بذلك الاستدلال على وجود ذلك الإشعاع المؤين وحساب كميته أو شدته وهذه هى الفكرة التى بُنى عليها الكثير من كشافات الاشعاع . وكشافات الإشعاع النووى تختلف فى تصميمها وطريقة أدائها وفق نوع الإشعاع المراد الكشف عنه . ومن أهم هذه الكشافات هو « عداد جيجر » الذى يستخدم بكفاءة للكشف عن جسيمات « بيتا » وعدها .

ويتكون عداد جيجر من أنبوبة أسطوانية من المعدن ، موضوعة داخل أنبوبة زجاجية فى مقدمتها غشاء رقيق من « الميكا » يسمح بنفاذ أشعة « بيتا » وتحوى الأنبوبة الزجاجية على غاز الأرجون (هذا الغاز خامل ولا يتفاعل كيميائيًا) ونسبة من الكحول تحت ضغط عدة سنتيمترات من الزئبق ، ويمر فى وسطها سلك معدنى معزول كهربائيًا عن جدار الأنبوبة المعدنية ،والأنبوبة الزجاجية بدورها موضوعة فى أنبوبة أخرى من المعدن لحمايتها ولمنع الإشعاع من التسرب من داخل الأنبوبة ، وتمثل الأنبوبة المعدنية القطب السالب ويمثل السلك المعدنى الرفيع القطب الموجب ، وعند دخول جسيمات « بيتا » من غشاء « الميكا » فإنها تمر خلال

غاز الأرجون وتؤينه ، حيث تتحول بعض الذرات إلى أيونات موجبة وإلكترونات .

وتتجه الإلكترونات نحو السلك المعدنى – القطب الموجب ، ونتيجة لوجود فرق جهد كهربى بين السلك وجدار الأنبوبة المعدنية ، فإن هذه الألكترونات تكتسب طاقة وتحدث تأينًا جديدًا للغاز ينتج عنه الكترونات وأيونات موجبة كثيرة .

وتتجه الألكترونات نحو السلك المعدنى وتتجه الأيونات الموجبة نحو جدار الأنبوبة المعدنية (القطب السالب) ، ويتولد عن ذلك تيار كهربائى يمر بدائرة كهربائية تكون متصلة بالأنبوبة ، هذا التيار يمكن قياسة والاستدلال به عن دخول جسيم « بيتا » إلى الأنبوبة .

وعداد جيجر ذو كفاءة ضعيفة فى عد أشعة جاما ، حيث يمكن لبعض هذه الأشعة من التسرب والنفاذ خارج الأنبوبة بدون حدوث تأين للغاز ، ومن ثم صممت عدادات أخرى لهذا الغرض نذكر منها على سبيل المثال « العداد الوميضى » وقد وجد أنه بالرغم من عدم وجود مادة مشعة أمام عداد جيجر فإن العداد يسجل وجود بعض الإشعاع ، جزء من هذا الإشعاع يكون ناتجًا من تلوث الجهاز ، والمنطقة المحيطة به بالإشعاع الذرى والجزء

الآخر ناتج عن وجود الأشعة الكونية ، التى تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجى . وتسمى هذه الأشعة بالخلفية الإشعاعية لعداد جيجر وتتراوح عادة بين ٢٠ إلى ٥٠ جسيمًا فى الدقيقة وباستخدام طبقة من الرصاص حول العداد أمكن تقليل قراءة الخلفية الإشعاعية للعداد إلى حوالى ٢٠٪ .

وبقياس الخلفية الإشعاعية وطرحها من القراءة الكلية للعداد عندما توضع أمامه المادة المشعة ، يمكننا تقدير الكمية الصحيحة من الإشعاع المنبعث من مادة مشعة ضعيفة . ويمكن إهمال الخلفية الإشعاعية للعداد عند قياس إشعاع صادر من مواد ذات نشاط إشعاعى عال – أكثر من خمسة آلاف جسيم من الإشعاع فى الدقيقة .

مخاطر الإشعاع :

ولكى نوضح مخاطر الإشعاع النووى وتأثيره على الأنسجة البيولوجية ، فيمايلى سوف نستعرض بعض الوحدات المختلفة المستخدمة فى قياس الإشعاع فى تحديد الجرعات المناسبة التى يتعرض لها الكائن الحى :

(أ) **وحدات النشاط الإشعاعى** : هى وحدات تستخدم

لقياس كمية الإشعاع الصادر من المواد المشعة ، وتعتمد على عدد الذرات المتحللة فى الثانية الواحدة من المادة المشعة .

ووحدة الكورىّ (Curi-Ci) تمثل النشاط الإشعاعى لواحد جرام من عنصر الراديوم ، وفي عام ١٩٥٠ عرف الكورىّ بأنه مقدار ٣,٧ × ١٠ ^١٠^ ذرة متحللة من المادة المشعة فى الثانية الواحدة ، ويعتبر ١ كورىّ وحدة كبيرة فى مجال قياس الإشعاع النووى ، ولذلك تستخدم عادة وحدات أصغر منها مثل الميلى كورىّ ويساوى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من الكورىّ وأيضًا الميكروكورىّ ويساوى $\frac{١}{مليون}$ من الكورىّ .

وفى عام ١٩٧٥ قررت اللجنة الدولية لوحدات الإشعاع وضع وحدة جديدة اسمها البيكريل (Becquerel-Bq) لقياس النشاط الإشعاعى .

ومقدار وحدة البيكريل يمثل ذرة واحدة متحللة من المادة المشعة فى الثانية الواحدة . ونظرًا لصغر هذه الوحدة يستخدم عادة الكيلو بيكريل ويساوى ألف بيكريل وأيضًا الميجا بيكريل ويساوى مليون بيكريل .

(ب) **وحدات التعرض للإشعاع** : بما أن الضرر الناشئ من التعرض للإشعاع يعتمد على طاقة هذا الإشعاع . فقد اصطلح على استعمال وحدة الرونتجن لقياس طاقة الأشعة السينية أو أشعة جاما (Rontgen-R) ، وتعرف وحدة الرونتجن ، بأنها

مقدار طاقة الأشعة السينية أو أشعة جاما التى إذا مرت فى ١ كجرام من الهواء الجاف أحدثت تأينًا للهواء وذلك بتكوين أيونات موجبة وأخرى سالبة تحمل شحنة مقدارها ٢,٥٨ × ١٠^-٤ كولوم ، ومعنى ذلك أنه إذا تعرض شخص ما لهذا المقدار من الطاقة الإشعاعية يكون قد تعرض إلى واحد رونتجن .

وقد بينت الدراسة أنه لا يجب أن يتعرض الشخص تحت أى ظروف لأكثر من ٥٠ ميللى رونتجن كل عام .

ولما كان تعرض مساحة كبيرة من الجسم لإشعاع يسبب ضررًا أكثر من تعرض مساحة صغيرة لنفس الإشعاع ، لذلك فقد أتفق على استخدام وحدة جديدة تسمى « الراب » وهى اختصار للمصطلح الإنجليزى (Rontgen Area Product) (RAP) ويقاس بها حاصل ضرب التعرض الإشعاعى مقاسًا بوحدة الرونتجن فى المساحة المعرضة بالسنتيمترات المربعة ، وعلى ذلك فإن ١ راب يساوى ١٠٠ رونتجن . سم٢ . على سبيل المثال إذا تعرض شخص ما فى عيادة تصوير بالأشعة السينية لمقدار ٠,٥ رونتجن والمساحة المعرضة للإشعاع حوالى ٢٥ سم٢ فإنه بذلك قد تعرض إلى ٠,٥ × ٢٥ = ١٢,٥ رونتجن . سم٢ وحيث أن الراب = ١٠٠ رونتجن . سم٢ لذلك فهو قد تعرض إلى إشعاع مقداره ٠,١٢٥ راب .

(جـ) **وحدات امتصاص الإشعاع** : لا تمثل وحدة الرونتجن أى شيء بالنسبة لجرعة الإشعاع التى تمتص بواسطة جزء من

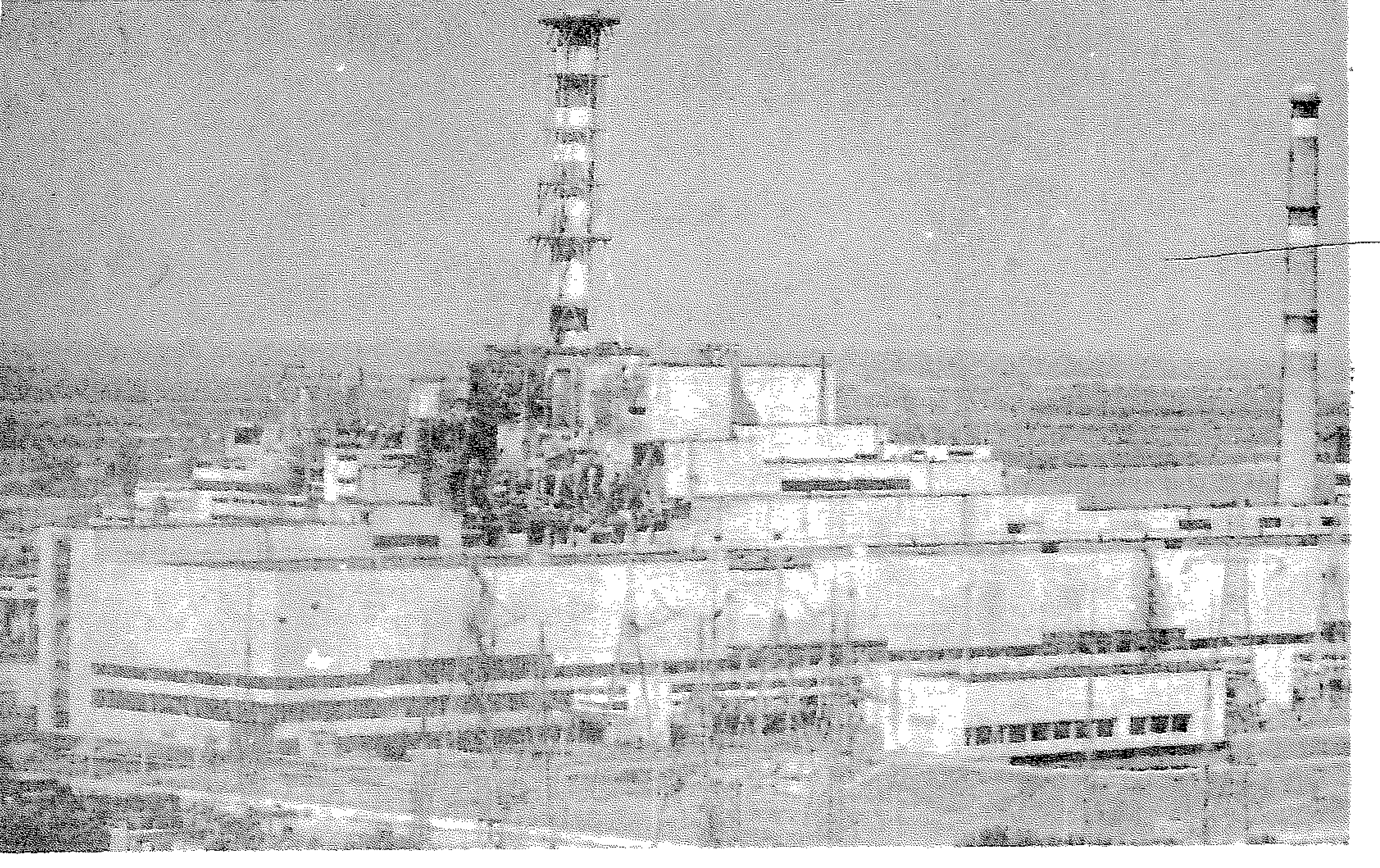
الجسم ، ولذلك تم تعريف وحدة جديدة لجرعة الإشعاع الممتصة بواسطة الجسم ، هذه الوحدة أطلق عليها اسم « الراد » وهى اختصار للمصطلح الإنجليزى "Radiation Absorbed Dose" (RAD) هذه الوحدة تمثل مقدار ١٠٠ إرج من الطاقة الإشعاعية التى يمتصها جرام واحد من الأنسجة عند تعرضها للإشعاع . ووحدة « الراد » يمكن استخدامها لأى نوع من الإشعاع وفى أى وسط . بينما وحدة الرونتجن تستخدم فقط لطاقة الأشعة السينية أو أشعة جاما فى الهواء . وقد تم تعريف « الراد » على أساس أنه إذا تعرضت الأنسجة الرخوة للجسم لواحد رونتجن فإن الجرعة الممتصة بالجسم تساوى رادًا واحدًا .

وفى عام ١٩٧٥ ، تم استعمال وحدة جديدة لامتصاص الإشعاع بالجسم أطلق عليها اسم الجراى (Gray) تكريمًا لاسم العالم « هارولد جراى » . هذه الوحدة تساوى ١٠٠ راد (مائة راد) .

وعلى ذلك فإنه إذا تعرض الجسم لإشعاع نووى امتص طاقة مقدارها ١ جول بواسطة ١ كيلوجرام من الأنسجة بالجسم فإن الجسم يكون قد امتص جرعة إشعاع مقدارها ١ جراى أى أن

١ جراى = ١ چول/ كيلوجرام = $١٠^{٧}$ أرج/ $١٠^{٣}$ جرام

= $١٠^{٤}$ أرج/ جرام = ١٠٠ راد .



مفاعل تشرنوبيل

(د) **التأثير البيولوجى النسبى للإشعاع** : بما أن الضرر الناشىء من الإشعاع النووى لا يتوقف فقط على الطاقة الممتصة من ذلك الإشعاع بالجسم ، وإنما يتوقف على نوع الإشعاع ونوع الأنسجة ، وعلى ذلك فقد تم تعريف التأثير البيولوجى النسبى لنوع معين من الإشعاع على أنه عدد الجراى من الأشعة السينية ذات طاقة عظمى تصل إلى ٤ × ١٠ ^-١٣^ جول (أى ٢٥٠ كيلو الكترون فولت) التى تنتج نفس التأثير البيولوجى لنفس الخلايا لواحد جراى من هذا الإشعاع .

(هـ) **وحدات الحماية من الإشعاع** : بغرض الحماية من الإشعاع ، تم تعريف وحدات أخرى هى الريم وهى اختصار للمصطلح الإنجليزى (REM) "Rad Equivalent Man" ، ويقاس بها مقدار الجرعة المكافئة (Dose Equivalent) التى تساوى حاصل ضرب جرعة الامتصاص وعامل النوع للإشعاع وإذا كانت جرعة الامتصاص هى الراد فإن الجرعة المكافئة تقاس بالريم . أما إذا كانت جرعة الامتصاص هى الجراى فإن الجرعة المكافئة تسمى « السيفرت » (Sievert) . وعامل النوع للإشعاع يزيد بزيادة قدرة الإشعاع على التأين .

ومن هنا نرى أن عامل النوع بالإشعاع والتأثير البيولوجى النسبى لذلك الإشعاع لهما علاقة ببعضهما البعض ، حيث أن

كليهما له علاقة بالتأثير البيولوجى الزائد للإشعاع ذى القدرة الكبيرة على التأين وإن كان التأثير البيولوجى النسبى لنوع من الإشعاع يعتمد على نوع الخلية البيولوجية أما عامل النوع للإشعاع فثابت للإشعاع الواحد ولا يعتمد على نوع الخلية البيولوجية .

الفصل الثالث

الإشعاع النووى وصحة الإنسان

مقدمة :

يحتوى الجسم البشرى على نسبة مرتفعة من عناصر الكربون والهيدروجين والبوتاسيوم ، هذه العناصر تتكون أحيانًا من بعض النظائر المشعة والتى تتكون بفعل الأشعة الكونية ومن ثم تأخذ طريقها إلى الجسم . كما تبين أن الجسم يحتوى أيضًا على نسبة من ذرات عناصر اليورانيوم والثوريوم المشع التى تصل إليه عن طريق الغذاء ، حيث تتواجد هذه العناصر فى التربة الزراعية ، وتتحلل هذه الذرات داخل الجسم وتصدر إشعاعًا وينتج عن ذلك فى النهاية تكونْ عنصر الرصاص المستقر . ومعظم الذرات المتحللة لا تسبب إلا ضررًا بسيطًا للجسم ، وذلك لأن فترة بقائها تكون قصيرة . والاستثناء الوحيد لذلك هو عنصر الراديوم . هذا العنصر يشبه عنصر الكالسيوم فى خصائصه الكيميائية . فهو يدخل تركيب العظام ويستقر بها فترة طويلة ، ومن ثم فإن جرعة الإشعاع تتزايد وتسبب ضررًا للجسم .

بالإضافة إلى ذلك ، فإن الجسم البشرى يتعرض للإشعاع الذى يأتى من مصادر خارجية مثل الأشعة الكونية ، وأشعة جاما الناتجة

من ذرات عناصر البوتاسيوم والثوريوم واليورانيوم المشعة ، كما تحتوى الحوائط والبنايات على عناصر مشعة تضاعف من الإشعاع الخارجى الذى يتعرض له الجسم .

ينبغى أن نؤكد فى هذا الحديث حقيقة أساسية وهى أن كمية الإشعاع التى يتعرض لها الجسم من الداخل أو الخارج قليلة وثابتة ، ومن ثم يمكن للجسم أن يبرأ منها دون آثار ضارة .

ومع ذلك فإنه قد اتضح أن نواتج التفاعلات النووية المشعة مثل عناصر السيزيوم ونظائر الاستراتسيوم والبلوتونيوم واليود والكربون ذات تأثير ضار ، حيث أنها تنتقل إلى الجسم عن طريق الغذاء . وقد ثبت أن بعضًا من هذه العناصر تستقر بالعظام والبعض الآخر من عنصر اليود تستقر فى الغدد الدراقية واللعابية وأيضًا فى أنوية خلايا الأنسجة . وبصفة عامة فإن تراكم جرعات قليلة يوميًا من الإشعاع يمكن على مدى عام واحد أن يؤدى إلى تأثيرات ضارة بالجسم .

ومخاطر الإشعاع النووى على الأنسجة الحية ذو تأثيرين مختلفين هما : التأثير الكيميائى والتأثير البيولوجى .

التأثير الكيميائى للإشعاع النووى :

بالنسبة للتأثير الكيميائى ، فإن الإشعاع النووى ينقسم إلى نوعين هما :

١ – أشعة لها شحنة كهربائية مثل : جسيمات ألفا وجسيمات بيتا والبروتونات والبوزيترونات .

٢ – أشعة ليس لها شحنة كهربائية مثل : أشعة جاما والأشعة السينية والنيوترونات .

وكلا النوعين يحدث تأينا عندما يتخلل الأنسجة الحية . فالأشعة التى لها شحنة كهربائية تحدث التأين بسبب قوة التجاذب أو التنافر بينها وبين الشحنات الكهربائية الموجودة فى جزيئات الأنسجة . أما الأشعة التى ليس لها شحنة ، فإنها تسبب التأين نتيجة للتصادم المباشر بينها وبين شحنات جزيئات تلك الأنسجة .

ومن المعروف لنا ، أن الجزيئات البيولوجية ترتبط بعضها مع بعض برابطة تساهمية ، حيث تشترك مع بعضها فى بعض أو كل الالكترونات الموجودة بالمدارات الخارجية للذرات . ولذلك فإن مرور الأشعة النووية خلال الأنسجة الحية يؤدى إلى انقسام هذه الجزئيات إلى أجزاء مشحونة تسمى أيونات ، وبالتالى يؤدى هذا الانقسام إلى خلل فى النشاط الكيميائى الحيوى لهذه الجزيئات ، كذلك ، فإن تفاعل الأجزاء المنقسمة المشحونة مع بعض المركبات الكيميائية الحيوية بالجسم يعمل على إحداث خلل فى النشاط الكيميائى لهذه المركبات .

ومن ناحية أخرى ، يؤدى مرور الأشعة النووية خلال الأنسجة الحية إلى انقسام هذه الأنسجة إلى أجزاء غير مشحونة (متعادلة) تسمى « راديكالات حرة » تكون نشطة كيميائيا بدرجة أكبر من الأجزاء المشحونة السابق الإشارة إليها ، وذلك لأنها تميل بشدة إلى الاتحاد مع الجزئيات البيولوجية الأخرى ومن ثم ، فإنها تسبب خللاً أكبر فى النشاط الكيميائى الحيوى لتلك الجزئيات ، وتتفاعل هذه الراديكالات الحرة مع بعضها ويؤدى ذلك إلى تكوين مركبات جديدة سامة بالجسم .

التأثير البيولوجى للإشعاع :

أما بالنسبة للتأثير البيولوجى بالإشعاع النووى ، فإنه يتوقف على درجة الإتلاف الذى يسببها الإشعاع للخلايا الحية التى يتكون منها الجسم .

ولقد اتضح من دراسة علم الخلية أنها — فضلا عن كونها مكونًا أوليًا للجسم تتمثل فيها كافة الخصائص التى تميز الكائن الحى ، فهى تتغذى وتتحرك وتنمو وتتنفس وتخرج وتتكاثر وإن كان بعض أنواعها يفتقد واحدة أو أكثر من هذه الخصائص مثل الخلايا العصبية التى ليس لها القدرة على التكاثر ومن مجموع هذه الخلايا يتكون الجسم الحى ويستمد قدرته على القيام بشتى وظائفه .

وتتركب الخلية من كتلة بروتوبلازمية تمثل المادة الحية ، محاطة بغشاء يطلق عليه جدار الخلية ، هذا الغشاء يتحكم فى مرور المواد الغذائية والعناصر الهامة إلى داخل الخلية ومرور المواد الإخراجية إلى خارجها . فهو غشاء يسمح بمرور بعض المواد ولا يسمح بمرور بعضها الآخر . وذلك حسب احتياجات الخلية .

وتتكون الكتلة البروتوبلازمية من سائل يسمى « السيتوبلازم » تسبح فيه بعض مكونات الخلية ، وتكون مهمتها القيام بعملية التمثيل الغذائى ، كما تحتوى هذه الكتلة على النواة ، ويستثنى من ذلك بعض الخلايا مثل كرات الدم الحمراء فى الثدييات التى تفتقر إلى النواة خاصة فى الأطوار المتأخرة من تكوينها .

ومن المعروف أن نواة الخلية تحتوى على شبكة الكروموسومات التى تتضح بها الصفات الوراثية لهذه الخلية إن كانت خلية من الجسد أو تتضح بها الصفات الوراثية للكائن الحى إن كانت خلية إخصاب ؛ والنواة مسئولة عن كل العمليات الحيوية التى تحدث داخل الخلية ، كما أنها تكون مسئولة عن انقسام الخلية وتكوين خلايا جديدة فى حالة النمو ، أو تعويض ما يتلف من خلايا ، ومن ثم فإن تلف النواة يؤدى إلى تلف الخلية بكاملها . وقد ثبت عمليًّا أن بعض الخلايا بمكنه أن يعيش فترة محدودة بدون نواة . غير أن نشاط الخلية يكون محدودًا ولا تستطيع أن تقوم بعملية البناء .

وقد وجد أن معظم الخلايا يمكنها أن تعيش بعد التعرض للإشعاع النووى ، ولكن أثر الإشعاع النووى يبدو جليًّا عند انقسام الخلية ، حيث يؤدى فى معظم الأحيان إلى موتها ، ولذلك نجد أن أكثر الخلايا حساسية للإشعاع النووى هى التى تنقسم بمعدل كبير ، وأن الخلايا التى تتحمل الإشعاع هى التى لا تنقسم وتوجد عدة أنواع هامة من الخلايا التى تلعب دورًا حيويًا عند الاضرار بها بواسطة الإشعاع النووى والتى تسبب خللاً كبيرًا بالجسم ، نذكر منها على سبيل المثال :

١ – **الخلايا العصبية** : هى خلايا لا غنى للجسم عنها ، فهى مسئولة عن الإحساس والحركة وتنظيم وظائف الأعضاء المختلفة ، ولقد تبين أن هذا النوع من الخلايا يفتقد القدرة على الانقسام وتكوين خلايا جديدة ، رغم احتوائها على نواة داخلها ، ولا ينفى ذلك قدرتها على إعادة بناء بعض الأجزء التالفة منها .

٢ – كرات الدم الحمراء : ويبلغ عددها بالدم نحو ٥ ملايين خلية لكل مليمتر مكعب من الدم ، وتتمثل وظيفتها الأساسية فى نقل الأكسجين من الرئة إلى الخلايا ، وكذلك نقل ثانى أكسيد الكربون من الخلايا إلى الرئة . وتنتج كرات الدم الحمراء فى نخاع العظم ويتراوح عمرها بين ٩٠ إلى ١٢٠ يومًا ، كما أنها لا تحتوى على نواة بداخلها ولا يمكنها أن تنقسم .

٣ – **خلايا المناعة بالجسم** : وهى خلايا وظيفتها الدفاع عن الجسم ضد أى بكتريا موجودة بالجسم أو عندما تهاجم الميكروبات الجسم . وهذه الخلايا موجودة بالأنسجة المختلفة للجسم كالعظم والرئة والجلد وأحيانًا تتواجد بالدم فى صورة كرات الدم البيضاء هذه الكرات يبلغ عددها ٧٠٠٠ فى كل مليمتر مكعب من الدم فى الشخص البالغ ، ويوجد نوعان من كرات الدم البيضاء أحدهما يتكون داخل النخاع العظمى ويطلق عليه اسم كرات الدم البيضاء الحبيبية أما النوع الثانى فيتكون داخل العقد الليمفاوية ويطلق عليه كرات الدم ، البيضاء اللنفاوية .

٤ – **الصفائح الدموية** : وعددها بين ٢٠٠ ألف إلى ٤٠٠ ألف صفيحة لكل مليمتر مكعب من الدم . ووظيفتها الرئيسية هى التجلط ومن ثم إيقاف النزيف ، وتتكون داخل النخاع العظمى .

٥ – **الخلايا المبطنة لجدار الأمعاء** : ووظيفتها امتصاص المواد الغذائية المهضومة بالأمعاء . كما أنها تقوم بحجز البكتريا الموجودة فى الأمعاء وتمنع وصولها إلى باقى خلايا الجسم . وإذا أصيبت هذه الخلايا بالتلف ، فهذا يعنى انتقال البكتريا مباشرة إلى الدم ومنه إلى خلايا الجسم الأخرى .

٦ – **الخلايا المنتجة لمكونات الدم** : هذه الخلايا تتواجد

بالطحال والنخاع العظمى والكبد والعقد اللنفاوية ، وهى مسئولة عن إنتاج كرات الدم الحمراء والبيضاء علاوة عن إنتاج الصفائح الدموية . يوجد نوعان من التأثير البيولوجى للإشعاع النووى هما :

(أ) التأثير الجسدى :

حيث يؤثر الإشعاع النووى على خلايا الجسم ومن أعراضه سقوط الشعر واحمرار الجلد .

(ب) التأثير الوراثى :

حيث يؤثر الإشعاع النووى على خلايا الإخصاب وبالتالى يترك بصماته على الأجيال القادمة ويتوقف التأثير الجسدى للإشعاع على كمية هذا الإشعاع ونوعه ومساحة الجسم المعرضة له ، وكذلك يعتمد على عمر الشخص الذى يتعرض للإشعاع ، فكلما صغر السن كلما ازداد ضرر الإشعاع . وتعد فترة ما بعد الولادة أخطر فترة من حيث التأثير بالإشعاع ، ويرجع ذلك إلى حساسية الأجنة للإشعاع ، وقد يؤدى ذلك الإشعاع إلى موت هذه الأجنة فى بعض الحالات .

ولقد اتضح أن التأثير الضار للإشعاع يتزايد كلما ازداد النشاط الكيميائى للجسم وهذا بدوره يتوقف على درجة حرارة الجسم من ناحية ومعدل التمثيل الغذائى من ناحية أخرى .

وخطورة المواد المشعة تبدو جلية إذا ما دخلت الجسم عن طريق الجهاز التنفسى أو الجهاز الهضمى ، فإذا دخلت المواد المشعة جسم الإنسان فإن مدى خطورتها يتوقف على الخواص الفيزيائية الحيوية والكيميائية الحيوية لتلك المواد المشعة . فإذا كانت المادة المشعة من النوع الذى يذوب فى الماء . فإنها ستصل سريعا إلى الدم ، حيث يتم توزيعها على جميع خلايا الجسم ، أما إذا كانت المادة المشعة من النوع الذى لا يذوب فى الماء ، فإنها سوف تمر بالقناة الهضمية دون أن يمتصها الجسم ، ومن ثم يكون ضررها ضعيفا .

وقد تدخل المادة المشعة التى لا تذوب فى الماء عن طريق التنفس ومنها تنتقل ببطء إلى العقد اللنفاوية أو الطحال والكبد وفى النهاية تصل إلى الجزء الأسفل من القناة الهضمية ، وهكذا تكون هذه الأماكن قد تعرضت لمقدار كبير من الإشعاع ، وفى حالة وصول المادة المشعة إلى الدم ، فإن مصيرها يتوقف على الخصائص الكيميائية الحيوية لها .

على سبيل المثال نجد أن عنصر الصوديوم ينتشر فى جميع خلايا الجسم ، ويحدث نفس الشىء بالنسبة للعناصر التى تشبهه كيميائيا مثل البوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم . وينطبق هذا الوضع

أيضًا على الكربون المشع إذا استنشقه الشخص فى صورة ثانى أكسيد الكربون ، وأيضًا نظير الهيدروجين المشع إذا ما دخل الجسم على صورة ماء ، وكذلك الغازات الخاملة مثل النيون والأرجون والكربتون والزينون والرادون ومن الممكن أن يحدث انتشار أيضا فى حالة الهيليوم والنيتروجين والأوكسجين .

أما المواد المشعة الأخرى ، فإنها لا تنتشر فى الجسم ولكنها تتجمع فى مواضع محددة بالجسم ، ولذلك نرى أن العضو الذى تجمعت به تلك المادة يكون أكثر تعرضا لأكبر كم من الإشعاع .

ومما سبق يمكننا القول أن القدر الذى ينشأ عن دخول المواد المشعة الجسم يتوقف على ما يلى :

١ – نوع الإشعاع .

٢ – طاقة الإشعاع .

٣ – كمية المادة المشعة بالجسم .

٤ – الفترة الزمنية المؤثرة التى تقضيها المادة المشعة بالجسم .

كيفية التعرض للإشعاع :

والآن نتطرق على موضوع هام وهو كيفية التعرض للإشعاع وأعراضه .

توجد حالتان من التعرض للإشعاع النووى هما :

الحالة الأولى : تكون مدة التعرض للإشعاع قصيرة ، ويتعرض خلالها الشخص لجرعة حادة من الاشعاع ، ويتم ذلك بشكل مفاجئ ، وهذه الحالة تكون نتيجة وقوع حوادث من نوع تسريب الإشعاع أو ما إلى ذلك ، حيث تظهر الأعراض البيولوجية على الجسم بعد فترة قصيرة من تعرضه للإشعاع .

الحالة الثانية : تكون مدة التعرض للإشعاع طويلة ، ويتعرض فيها الشخص لجرعات مستمرة من الإشعاع ، وقد لا يظهر أثرها البيولوجى على الجسم قبل مرور عدة سنوات ، وهذه الحالة تكون إما نتيجة الإهمال فى توفير الحماية من الإشعاع أو نتيجة دخول مواد مشعة إلى الجسم سواء عن طريق الجهاز التنفسى أو الجهاز الهضمى ، وبقاء هذه المواد داخل الجسم لفترة طويلة ويطلق على هذه الحالة « التعرض المزمن » .

وبالنسبة لأعراض الإشعاع إذا تعرض الشخص لجرعة حادة مفاجئة من الإشعاع ، يلاحظ أنه تظهر عليه بعض الأعراض البيولوجية العامة مثل الغثيان والقيء والإجهاد والضعف العام وارتفاع فى درجة حرارة الجسم بالإضافة إلى حدوث بعض لتغيرات فى مركبات الدم ، ومدى التغيير الذى يحدث فى الدم ،

يعتبر من أهم الاختبارات التى ثبتت تعرض الجسم للإشعاع حتى ولو بجرعة متوسطة مقدارها ٢٥ راد .

وقد ثبت علميا أن عدد كرات الدم البيضاء تزداد بدرجة كبيرة بعد التعرض للاشعاع بجرعة غير مميتة ثم تنخفض تدريجيا بعد يوم واحد من التعرض للإشعاع حتى تصل إلى أدنى قيمة لها بعد أسابيع قليلة ، أما كرات الدم البيضاء اللنفاوية فينخفض عددها بشدة بعد التعرض للإشعاع مباشرة وتظل على هذا الوضع لعدة شهور . وغنى عن القول فإن نقص عدد الكرات البيضاء ، فى الدم يجعل الجسم عرضه لمهاجمة البكتريا باستمرار .

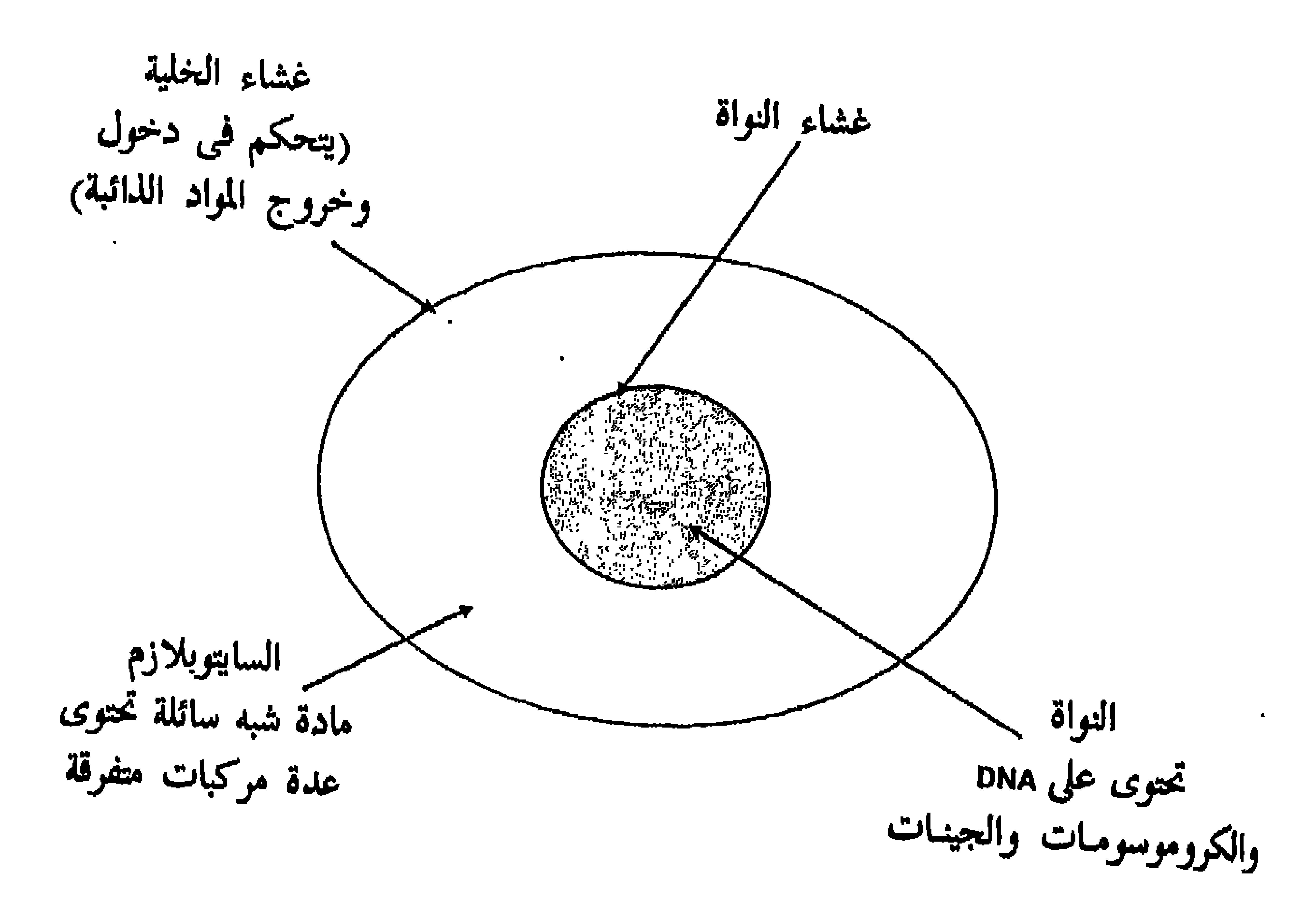
ومن المعروف أيضا أن نقص كرات الدم الحمراء يؤدى إلى الشعور بالضعف العام نظرًا لقلة الأوكسجين الذى يصل إلى خلايا الجسم .. وبالنسبة إلى الصفائح الدموية فإنها تبدأ فى النقص التدريجى إلى أدنى قيمة لها خلال شهر واحد من عملية التعرض وبعد ذلك تعود إلى الوضع الطبيعى ، وقد يستغرق ذلك عدة شهور .

ومن أعراض نقص الصفائح الدموية حدوث نزيف فى الأنف والأمعاء وعدم التئام الجروح ، ويتوقف ذلك على مقدار جرعة الإشعاع التى يتعرض لها الفرد .

فيما يلي سوف نوضح الأعراض الناتجة عن تعرض الجسم لجرعات متزايدة من الإشعاع الفورى تتراوح فى المقدار بين ٢٠٠ راد إلى ٢٠٠٠ راد ، فإذا أخذ الجسم جرعة من أشعة جاما على سبيل المثال مقدارها ٢٠٠ راد ، نجد أن هذه الجرعة تؤثر على النخاع العظمى الذى ينتج كرات الدم ويترتب على ذلك انخفاض واضح فى كرات الدم والصفائح الدموية فضلاً عن الإصابة بالغثيان والقىء . ويحدث ذلك فى الساعات القليلة التى تعقب فترة تعرض الجسم للإشعاع ، ويشعر الشخص أيضًا بضعف وإعياء شديدين قد يؤدى الأمر إلى حدوث وفاة فى مدة أقصاها شهرين من عملية التعرض .

وفى حالة زيادة الجرعة من أشعة جاما لتصبح ٤٠٠ راد إلى ٦٠٠ راد ، فإن النخاع العظمى يتوقف عن العمل تماما ؟ ولكن قد يعود النخاع للنمو التلقائى إذا ما تم معالجة الآثار الناجمة عن نقص كرات الدم .

أما فى حالة زيادة الجرعة من أشعة جاما إلى ٧٠٠ راد فيصاب النخاع العظمى بالشلل التام ولا ينمو تلقائيا مرة أخرى ، وتعتبر هذه الجرعة مميتة . وعند تعرض الجسم لجرعة من أشعة جاما مقدارها ١٠٠٠ راد تصاب الخلايا المبطنة لجدار الأمعاء بتلف



رسم تخطيطى لتركيب الخلية البشرية

شديد ويصاحب ذلك نقص فى كرات الدم وأيضا يحدث غثيان وقيء وإسهال حاد ، وقد تحدث الوفاة فى خلال أسبوعين على الأكثر .

وعند زيادة الجرعة المشعة عن ٢٠٠٠ راد ، يؤدى ذلك إلى تلف الجهاز العصبى المركزى وكذلك الأجهزة الحيوية بالجسم ، ويفقد الشخص وعيه بعد عدة دقائق من التعرض الإشعاعى وتقع الوفاة فى مثل هذه الحالات خلال عدة ساعات أو أيام على الأكثر .

بالإضافة إلى ذلك هناك بعض الأعراض التى تسبب حروقا فى الجلد أو التهابًا فى جفن العين وكذلك القرنية ، وقد يحدث تلف فى الأجهزة التناسلية بالجسم ؛ مما يسبب العقم عند الرجال والنساء ومن الأعراض البيولوجية للتعرض المزمن للإشعاع هو الإصابة بالأنواع المختلفة من السرطان وقصر العمر وإصابة العين بالمياه البيضاء علاوة على بعض التغيرات الوراثية المختلفة .

الفصل الرابع

السموم النووية الكوكبية

مقدمة :

شهد العالم خلال هذا القرن ، تطورًا هائلاً للتكنولوجيا النووية وتطبيقاتها فى شتى المجالات السلمية والعسكرية على حد سواء ، وتعتبر هذه التكنولوجيا حتى الآن من الأسرار العسكرية للدول المتقدمة ، التى تسيطر على الأسواق ، خاصة فى مجال الأجهزة والمعدات العلمية التى تعتمد على المواد النووية المشعة ، هذه الأجهزة تستخدم فى جميع الدول المتقدمة والنامية فى المجالات الطبية والزراعية والصناعية وفى مجال بحوث الطاقة وتطوير البحث العلمى .

وحاليا ، أصبح الإشعاع النووى أحد الأمور المهمة التى لاغنى عنها فى حياتنا المعاصرة ، وأصبحت الحاجة له متزايدة لتطور المجتمع وتنميته وبالرغم من الفوائد العديدة للإشعاع النووى ، إلا أنه يشكل أضرارا واضحة بالصحة والبيئة ، وقد يؤثر على العامل الوراثى للبشرية . وتعتبر المواد المشعة من السموم النووية التى تهدد سكان كوكبنا . ولكن ما دام الاستغناء عن استعمال المواد المشعة أصبح مستحيلاً فقد أصبح من الضرورى إجراء دراسة

كاملة للاستفادة من خبرات الدول المتقدمة فى الحماية والوقاية من مخاطر الإشعاع النووى ، وذلك من أجل توسيع دائرة التثقيف بها للمواطنين والمشتغلين بهذه المواد الخطيرة ، للوقاية التامة منها أو إلى تحديد الأضرار ، كى لا يختل التوازن بين الفوائد والمضار ، بحيث تكون الضريبة التى ندفعها من صحتنا وبيئتنا أكبر مما نستفيد به .

وفى الآونة الأخيرة ، تزايد الاستعمال التطبيقى للإشعاع فى المجتمعات العربية ؛ ولذلك فأنا أناشد كافة المسئولين والقائمين على شئون البيئة ورجال الإعلام والصحافة الاهتمام بموضوع الوقاية بغرض حماية وطننا ومواطنينا من التعرض غير الضرورى للإشعاع النووى ، ويتم ذلك بنشر المزيد من المعلومات عن مخاطر الإشعاع وطرق الوقاية منه .

وفيما يلى سوف أتطرق لبعض الحقائق العلمية عن المواد المشعة ومصادر التلوث الإشعاعى ومخاطرة وطرق الوقاية منه .

مصادر المواد المشعة :

بداية تعرف المواد المشعة فى ثلاثة مصادر مختلفة هى :

المصادر الطبيعية ، التى تتواجد فيها بعض العناصر التى تتكون من نظائر غير مستقرة تكون مشعة مثل عناصر اليورانيوم والبلوتنيوم

والراديوم وخلافة ، والأشعة الكونية التى تأتى إلينا من الفضاء الخارجى ، بالإضافة إلى المواد المشعة والمنتجة بطريقة صناعية ، وينتج عن هذه المواد مجتمعه أشعة نووية متعددة أهمها جسيمات ألفا موجبة الشحنة وجسيمات بيتا سالبة الشحنة وأشعة جاما والأشعة النيوترونية واليوزينزونية (أشعة بيتا موجبة الشحنة.) وأيضا الأشعة السينية ، ومن أهم العناصر المشعة التى تنتج بطريقة صناعية على سبيل المثال باستخدام المفاعلات النووية هى نظير الكربون ١٤ و الرادون وبوتاسيوم ٤٠ الراديوم والراديوثوريوم والميزوثوريوم وأيضًا عنصر الكوبلت ٦٠ .

وللأسف الشديد اتجه العديد من رجال الصناعة إلى استعمال المواد المشعة فى أغراض تجارية . بالإضافة إلى استعمال هذه المواد فى مجال الخدمات الطبية بغرض التشخيص والعلاج ، على سبيل المثال تبين أن ٧٥٪ إلى ٩٠٪ من المواطنين الذين يتم تشخيص حالاتهم المرضية بتعرضهم للأشعة السينية بصفة مستمرة عرضة للإصابة بالعديد من الأمراض ، ووجد أن أكثر مناطق الجسم حساسية للإشعاع النووى هى نخاع العظام وهو موطن الخلايا الأولية لتكوين الدم . ويمكن أن يؤدى تشعيع هذه المناطق إلى توليد سرطان الدم (اللوكيميا) أما تشعيع الأعضاء والأجهزة التناسلية فيهدد باحتمال التليف الجينى ، ولابد من تحذير النساء

الحوامل من مغبة التعرض للإشعاع النووى لأنه يقود إلى تشوه بدنى وعقلى فى الأطفال .

ومن أهم الموضوعات التى أثيرت فى مجال تلوث البيئة هى المخلفات النووية ، فقد نشأ عن زيادة استعمال النظائر المشعة وعلى وجه الخصوص فى تطوير صناعة الطاقة النووية إلى إنتاج كمية كبيرة من المخلفات النووية وتزايد هذه المخلفات باستمرار ويؤدى الطرح المستمر لهذه المخلفات فى البيئة إلى زيادة تعرض عدد كبير من السكان إلى هذه المصادر . ومن المتوقع أن هذا الخطر يزداد مادام بناء المحطات النووية فى تزايد مستمر .

ومن أجل ذلك لابد من وضع القواعد والقوانين المنظمة للسيطرة الصارمة لاحتواء طرح المخلفات الإشعاعية فى البيئة .

مخاطر الاشعاع النووى :

ومن المخاطر الرئيسية للإشعاع النووى ما يسمى « بالغبار الذرى » الناتج بسبب إجراء تجارب على الأسلحة النووية . والنويدات المتولدة عن هذه التجارب تكون مشابهة لتلك النويدات المتولدة من محطات الطاقة النووية، وأهم نويدتين هما: الأسترونتيوم ٩٠ الذى يتركز فى جمجمة الرأس والسيزيوم ١٣٧ الذى يتوزع بانتظام خلال الجسم ، ومن مخاطر النويدات المشعة الناشئة عن

التجارب النووية ، أنها تتسرب إلى طبقة التروبوسفير على ارتفاع ما يقرب من ٦٠,٠٠٠ قدم من سطح الأرض وتحوم حول الأرض عدة مرات حتى تعود بالتدريج إلى الأرض خلال عدة سنوات ، وبالتالى فهى تؤدى إلى جرعة إشعاعية لا يستهان بها على سكان الأرض .

ومنذ عرف الإنسان أضرار الإشعاع النووى ، انبثقت الهيئة الدولية للحماية الإشعاعية عن المؤتمر الدولى لعلم الإشعاع عام ١٩٢٨ ، وصارت منذ ولادتها إحدى الهيئات العالمية المعترف بها والمسئولة عن التوصية بالحد الأقصى لمقادير الأشعة المسموح التعرض لها ، ومعظم القوانين المحلية لجميع الدول المعمول بها حاليا والمتعلقة بالتعرض للإشعاع معتمدة من توصيات هذه الهيئة الدولية ونستعرض فيما يلى بعضا من قرارات وتوصيات هذه الهيئة لتوضيح أهمية الحماية من الإشعاع النووى :

فى عام ١٩٥٠ تطورت الهيئة الدولية والسبب فى ذلك يرجع إلى توسع العديد من الدول فى بناء المفاعلات النووية ، وبذلك تغيرت مستويات الإشعاع للجرعات القصوى المسموح بها إلى حد كبير . ونتج عن هذا التطور الاتفاق على إدخال تعريف ما يسمى « جرعة السماح » لوصف المستوى المقبول من التعرض للإشعاع ، بالرغم من أن هذا التعبير يحمل دلالة مضللة ، حيث

يوحى بوجود حد للجرعة لا تحصل إصابة إشعاعية دونه ، وفقا للبراهين المتوفرة حاليا ، وجود جرعة حرجة لأنواع معينة من الإصابة الجسدية ونتيجة لذلك استبدل تعبير « جرعة السماح » بمصطلح « الجرعة المباحة القصوى » . والجرعة المباحة للفرد ، هى تلك التى تتراكم عبر فترة من الوقت ، أوتنتج عن تعرض إشعاعى منفرد ، بحيث لا تحمل إلا احتمالية نادرة بحصول إصابات جسدية أو جينية جسيمة . وأن أية إصابات جسدية مفجعة (كاللوكيميا) والتى قد تنشأ عن تعرض فردى إلى جرعة مسموح بها ستكون محصورة بنسبة ضئيلة جدا . والآثار التى قد يتوقع حدوثها بصورة أكبر مثل قصر العمر تكون نادرة جداً .

الجرعة القصوى المباحة :

وفى النشرة رقم ٢٦ للهيئة الدولية للحماية من الإشعاع النووى عام ١٩٧٧ ، لم تعد الهيئة تستعمل المصطلح « الجرعة المباحة القصوى » بل أوصت بدلا عن ذلك بنظام أكثر شمولية لحد الجرعة ويمكن تلخيص المميزات الرئيسية للنظام كالآتى :

١ – يجب ألا يسمح بأى عمل يقود إلى التعرض الإشعاعى ، مالم يقدم فائدة ملموسة .

٢ – حصر كل تعرض إشعاعى فى أدنى مستوى معقول يمكن إنجازه مع الأخذ فى الاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية .

٣ – يجب ألا يتعدى مكافئ الجرعة الفردى الحدود الموصى بها وفق ظروفها المناسبة من قبل الهيئة .

وقد تم التمييز بين نوعين مختلفين من التأثيرات التى ربما تستحث بواسطة الأشعة المؤينة هما :

(أ) التاثيرات الغير حرجة :

وهى تلك التى تكون احتمالية الأثر الناتج أو خطورته ، يمكن اعتبارها كدالة لجرعة الإشعاع دون حد فاصل . ومن أهم هذه التأثيرات الجسدية الغير حرجة هو نشوء السرطان الذى تزداد مخاطره تصاعديا بزيادة الجرعة المتعرض لها دون حد فاصل .

(ب) التأثيرات الحرجة :

وهى تلك التأثيرات التى تتغير فيها شدة التأثير مع مقدار الجرعة والتى يوجد فيها الحد الفاصل . ومن هذه الأمثلة الإصابة بتلف الأوعية الدموية وإتلاف الجهاز التناسلى وسد عدسة العين .

إن هدف الحماية الإشعاعية هو منع التأثيرات الحرجة وتقليص احتمال حصول التأثيرات الغير حرجة إلى الحدود المقبولة وينجز هذا الهدف بما يلى :

١ – وضع حدود مكافئ الجرعة فى مستويات منخفضة تكون

كافية لضمان عدم وصولها إلى الجرعة الحرجة ، حتى ولو تعرض الأفراد إلى الإشعاع طوال حياتهم .

٢ - الإبقاء على التعرض الإشعاعى فى أقل حد ويمكن إنجازه بالأخذ فى الاعتبار العوامل الاجتماعية والاقتصادية وتتبع الظروف المحيطة حتى لا يتجاوز مكافئ الجرعة حدوده الملائمة .

هذا مع العلم بأن الهيئة قد حددت مكافئ الجرعة الموصى بها للعاملين فى مجال الإشعاع النووى بمقدار ٠,٥ سيفيرت (٥٠ريم) فى السنة على جميع الأنسجة ماعدا عدسة العين التى أوصى بها بحد أدنى قدرة ٠,٠٣ سيفيرت فى السنة .

ولمنع التأثيرات الغير حرجة تحدد الحد المكافئ السنوى للتشعيع لكل جسم بمقدار ٥٠ ميللى سيفيرت (٥ ريم) .

وهناك بعض الملاحظات على حدود مكافئ الجرعة للعاملين فى مجال الإشعاع النووى أهمها :

١ - يجب منع أى تعرض للإشعاع لا لزوم له .

٢ - أوصت الهيئة الدولية بحد جرعة منفصل لكل ثلاثة شهور بالإضافة إلى حد الجرعة السنوى .

٣ - تضع الهيئة انطباعا معقولا حول حقيقة أن عددا قليلا فقط

من العاملين يتعرضون إلى مكافئات جرعة سنوية تقارب الحدود الموصى بها ، وبذلك فإن خطر الموت فى هذه الحالات يساوى معدل خطر الموت للعاملين فى صناعات أخرى تكون آمنة إشعاعيا .

وبناء على ذلك ، فقد تم تعريف نوعين من العمل طبقا للظروف التالية :

ظروف العمل (أ) : والتى يتجاوز التعرض الإشعاعى المستوى فيها إلى أكثر من ٠,٣ من حدود مكافئ الجرعة . فى الصنف (أ) يخضع العاملون إلى الرقابة الفردية لكل من التشعيع الخارجى والتلوث الإشعاعى الداخلى حسب الحالة . كما أنهم يخضعون إلى فحص طبى قبل العمل .

ظروف العمل (ب) : وفيها يغلب الظن أن الجرعة السنوية لن تزيد عن ٠,٣ من حدود الجرعة السنوية ، والعاملون فى الصنف (ب) لا يتطلب منهم أخذ فحص طبى قبل العمل وقد يخضعون فقط إلى مراقبة شخصية للتأكد من حسن السيطرة .

أما حدود مكافئ الجرعة المباحة لأفراد المجتمع فهى بحد مكافئ قدرة ٥٠ ميللى سيفيرت (أى ٥ ريم) فى السنة لجميع الأنسجة ، ومن أجل تحديد التأثيرات الغير حرجة وضع حد قدرة ٥ ميللى سيفيرت (٠,٥ ريم) كحد مكافئ للجرعة السنوية للتشعيع

المنظم لكل جسم ، على أن تكون الجرعة الجينية بمقدار ٥٠ ميللى سيفيرت (٥ ريم) فى ٣٠ ثلاثين سنة .

وعند وقوع بعض الحوادث بشكل نادر ، فقد وافقت الهيئة على زيادة الجرعة للعاملين بما لا يتعدى ١٠٠ ميللى سيفيرت أى (١٠ ريم) لكل جسم لكل حالة منفردة أى ضعف مقدار الحد السنوى المناسب ، أو خمسة أضعاف الحد بمعدل ٢٥٠ ميللى سيفيرت (٢٥ ريم لكل الجسم) خلال فترة العمر .

ومن أجل تقليل تعرض العاملين وعموم الناس للإشعاع على أثر تسرب المواد المشعة بسبب حادث ما ، يصبح مهما إعداد خطط طوارئ محكمة جدًا ، يمكن إنجاز ثلاثة أهداف هى :

١ – تحديد التعرضات إلى أقصى حد معقول عمليا ، ومحاولة منع التعرض لما فوق حدود الجرعة المكافئة .

٢ – استعادة السيطرة على الموقف .

٣ – الحصول على معلومات لتحديد الأسباب وعواقب الحادث ومن المهم أن تكون خطة الطوارئ مرنة بشكل مناسب ، كى تسمح بالتكيف حسب حالة الحادث الواقعية ، وعلى الأخص يجب أن لا تطبق مستويات الإشعاع بشكل آلى ، بل يجب أن يعاد التقويم الملائم على ضوء المعلومات المتوفرة عند التدخل .

أجهزة الكشف عن الإشعاع النووى :

ويؤدى عدم قدرة الجسم البشرى بالإحساس بالأشعة النووية المؤينة إلى خشية الكثير من عامة الناس من مخاطر الإشعاع النووى ، لذا وجب الاعتماد على أجهزة الكشف المبنية على التأثيرات الكيميائية والفيزيائية للإشعاع نذكر منها :

(أ) تأين الغازات .

(ب) التاين والإثارة فى صوالب معينة .

(جـ) التغيرات فى الأنظمة الكيميائية .

(د) التنشيط الإشعاعى بالنيوترونات .

وتستخدم الكواشف المبنية على أساس تأين الغازات فى غالبية أجهزة المراقبة الإشعاعية . وتبدى بعض أنواع المواد الصلبة البلورية زيادة فى التوصيل الكهربائى ، وتساهم فى قابلية الإثارة ومن ضمنها التلألؤ والوميض الحرارى والأثر الفوتوغرافى وتتوفر أجهزة الكشف الإشعاعى التى تعتمد على التغيرات الكيميائية التى يمكن قياسها ولكنها أقل حساسية ، أما الطريقة المستعملة للنيوترون فإنها تعتمد على التنشيط الإشعاعى الناتج عن تفاعلاته .

نظام تصنيف المناطق :

والتحكم الدورى فى الجرعات التى يتعرض لها الأفراد العاملون

فى مجال الإشعاع النووى مبنية على نظام تصنيف المناطق ، والنظام المعتاد للتصنيف محدد بأربع مناطق هى :

(أ) مناطق غير متحكم فيها ، حيث لا يزيد معدل الجرعة على ٢,٥ ميكروسيفيرت فى الساعة ، ويمكن للعاملين أن يشتغلوا فيها مدة ٤٠ ساعة أسبوعيا بحد أقصى ٥٠ أسبوعا فى السنة دون أن تزيد الجرعة على ٥ ميللى سيفيرت فى السنة .

(ب) مناطق مراقبة ، حيث لا يزيد معدل الجرعة على ٧,٥ ميللى سيفيرت فى الساعة . ولهذا فلن يزيد تعرض العاملين فيها على أكثر من ثلاثة أعشار حد الجرعة . هذه المناطق معرضة لأنواع من المراقبة ، والعاملون يخضعون للمراقبة الشخصية الرتيبة .

(جـ) مناطق مُتَحَكَّمٌ فيها ، حيث يزيد معدل الجرعة على ٧,٥ ميكروسيفيرت فى الساعة ، ويُعَرَّفُ زيادة معدل الجرعة العاملون باستمرار إلى مناطق العمل (أ) التى سبق الحديث عنها . وهؤلاء عرضة للمراقبة الطبية والمراقبة الشخصية الرتيبة .

(د) مناطق مقيدة ، حيث يزيد معدل الجرعة فيها على ٢٥ ميكروسيفيرت فى الساعة . والعاملون فى هذه المناطق والداخلون إليها عرضة لتحذيرات خاصة مثل تحديد مدة البقاء واستخدام معدات وملابس واقية . وعند العمل بنظام تصنيف

المناطق ، من الضرورى عمل مسح شامل للمنطقة بانتظام للتأكد من أن هذا التصنيف صحيح وأن الاحتياطات اللازمة متخذة .

وعادة تتم المراقبة عند البدء فى تشغيل أى منشأة لاختبار كفاءة الحواجز الواقية والتأكد أن مستويات الإشعاع مقبولة .

مخاطر الإشعاع النووى الداخلى :

فيما يلى سوف نتناول مخاطر الإشعاع النووى الداخلى وطرق الوقاية منه .

عندما توضع مادة مشعة فى أحد الأوانى المغلقة (الحاويات) فقد تكون خطرًا إشعاعيا خارجيا للأشخاص المتواجدين بالقرب منها .

ومن ناحية أخرى ، عندما تكون المادة المشعة غير معبأة (مكشوفة) بأى شكل من الأشكال ، تكون مصدر خطر إشعاعى داخلى . وتدعى المادة المشعة التى تتحرر دون احتياج إليها « بالتلوث الإشعاعى » .

إن الكمية الصغيرة من المادة المشعة التى لا تمثل أى خطر خارجى يذكر ، يمكنها أن تقود إلى معدل جرعة ملحوظ متى لامست الجسم أو دخلته .

وعندما تدخل المادة المشعة الجسم ، تستمر فى تشعيعه حتى تضمحل أو يطرحها الجسم . ويعتمد معدل الاضمحلال الإشعاعى على ما يسمى « بعمر النصف » أما معدل طرح الجسم للمادة المشعة ، فيعتمد على عدد من المتغيرات أهمها الصفات الكيميائية .

منافذ التلوث الإشعاعى :

وهناك أربعة منافذ يمكن عن طريقها أن يشكل التلوث الإشعاعى خطرًا على الجسم وهى :

١ - التنفس المباشر للهواء الملوث .

٢ - الهضم الذى يتم عن طريق الفم .

٣ - النفوذ عن طريق جرح ملوث .

٤ - التشعيع المباشر للجلد .

وهناك تباين كبير فى الصفات الفسيولوجية للبشر عند تعرضهم للإشعاع ، لهذا ، فقد اصطلح على تسمية « الرجل المرجع » "Reference Man" أو رجل الإسناد . وذلك للمقارنة . ويلاحظ أن الرجل المرجع يتنفس ٢٣ م^{٣} من الهواء فى اليوم ويشرب ، ما مجموعه ثلاثة لترات من الماء يوميًا .

والرجل المرجع هو شخصية افتراضية تمثل صفات متوسط شريحة واسعة من الصفات البشرية المتباينة جدًا .

وقدرة النويدة المشعة داخل الجسم تعتمد على صفاتها الكيميائية والفيزيائية ، حيث تتوزع بعض العناصر بالتساوى إلى حد ما ، وبذلك يتشعع كل الجسم بنفس المعدل تقريبًا ، أما معظم العناصر المشعة فتميل إلى التركيز فى عضو معين ، مما يؤدى إلى تباين معدلات الجرعات للأعضاء المختلفة فى الجسم ، على سبيل المثال ، عنصر اليود المشع يتركز فى الغدة الدراقية والبلوتونيوم يتركز فى الرئة والعظام .

إن النظام المعد من الهيئة الدولية للرقابة الإشعاعية يسمح بحسابات الجرعات للأعضاء والأنسجة المختلفة باستخدام ما يسمى معادلة معامل الموازنة .

قواعد التحكم فى التلوث الإشعاعى :

وللتحكم فى مخاطر التلوث الإشعاعى يركز الاهتمام على تحديد الجرعات لأعضاء الجسم المختلفة بالحدود المسموح بها . وهناك ثلاثة قواعد عامة يمكن تطبيقها للتحكم فى التلوث الإشعاعى وهى :

(أ) التقليل ما أمكن من كمية الإشعاع المتداولة .

(ب) احتواء المادة المشعة .

(جـ) اتباع الإجراءات الصحيحة بخصوص الملابس الواقية والتجهيزات والتنظيف .. إلى آخره .

ويجب ما أمكن تنظيف التلوث حال حدوثه ، لأن هذا يمنع زيادة انتشاره ، مما يجعل إزالته أكثر صعوبة ، وينبغى عمل مسح منتظم فى المناطق المراقبة والمتحكم فيها ، كذلك المناطق المجاورة للتأكد من عدم انتشار التلوث إلى خارج الحدود .

طرق الوقاية :

وتعتمد طرق الوقاية من الإشعاع على ارتداء الملابس الواقية . وتعتمد متطلبات هذه الملابس على منطقة التلوث وعلى طبيعته وكمية التلوث . ففى المستويات المنخفضة للتلوث ، يكون كافيا ارتداء صدرية مختبر اعتيادية وأحذية وقفازات واقية ، أما عندما تكون هناك مستويات ملموسة من التلوث فى الهواء ، فمن الضرورى عادة استخدام بدلة جافة كاملة مع قناع مرتبط بمصدر للهواء .

تجهيزات غرفة الملابس :

ومهما كانت معايير الملابس الواقية ، يجب أن تكون غرفة

الملابس وترتيبات الحجز ذات كفاءة . كما يجب أن تتوفر فيها التجهيزات التالية :

١ — مغسلة رشاش ماء وأجهزة مراقبة اليدين والملابس الشخصية .

٢ — مستودع مناسب فى الجهة غير المشعة لحفظ الملابس .

٣ — ملابس واقية جاهزة للاستعمال وموضوعة فى مكان مناسب .

٤ — حاويات خاصة لوضع المستخدمات والمخلفات المشعة بها .

٥ — لوحات تحذير .

٦ — تعليمات الطوارئ ، لتوضيح الإرشادات المتبعة فى حالة وقوع حوادث محتملة ، مثل انفجار أو حريق .

والتحكم فى التلوث الإشعاعى يعتمد على كل شخص يدخل منطقة متحكم فيها أو منطقة مقيدة .

ولهذا يجب تدريب العاملين فى هذه المناطق على طرق الوقاية ، وهناك عدة قواعد للوقاية هى :

(أ) لا يسمح بالأكل أو الشرب أو التدخين .

(ب) لا يسمح بعمليات الفم (مثل استعمال الماصة) .

(جـ) تغطية أى جرح بغطاء مانع للماء ، هذه الجروح توفر ممر تلوث مباشر إلى مجرى الدم .

(د) التبليغ عن الجروح التى تحدث فورًا ومعالجتها فى الحال .

(و) لا يمكن نقل الحاجيات من منطقة الإشعاع .

وقد قسمت المواد المشعة إلى أربعة مجموعات طبقا لتصنيف السمية الإشعاعية وهى :

المجموعة الأولى : مرتفعة السمية ، مثل البلوتونيوم ٢٣٩ والأمريسيوم ٢٤١ .

المجموعة الثانية : سمية فوق المتوسط ، مثل الأستروتينيوم ٩٠ واليود ١٣١ .

المجموعة الثالثة : سمية ، متوسط مثل الفوسفور ٣٢ والخارصين ٦٥ .

المجموعة الرابعة : سمية منخفضة ، مثل اليود ١٢٩ واليورانيوم الطبيعى .

والسؤال الذى يطرح نفسه ، ما هى الإسعافات الأولية التى يجب إجراؤها عند التعامل مع الأشخاص الملوثين بالإشعاع النووى ؟

إن فرص الإسراع والتخلص من العنصر المشع عندما يستقر فى الجسم تكون ضعيفة جدًّا . لذلك نتبين أهمية بذل كل الجهود لمنع دخول المواد المشعة (التلوث) إلى الجسم ، ومن الضرورى أن يلتزم كل العاملين بالقواعد الخاصة بالوقاية .

الاسعافات الأولية ومعالجة التلوث :

من المحتمل أن تقع حوادث تلوث ، لذا كان من الضرورى معرفة المعالجة الصحيحة وهى :

أولاً : التأكد أن الشخص الملوث خال من أى جروح . وفى حالة وجود جروح يجب إجراء الاسعافات اللازمة لها فى أسرع وقت .

ثانيًا : إزالة التلوث قبل أن يمتص بالجسم ، وقبل ذلك ، يجب إجراء مسح شامل للإشعاع حول الجسم باستخدام كواشف مناسبة ، وذلك لتعيين موضع التلوث ، فإذا كان التلوث جزئيا مثل تلوث اليدين أو الوجه ، فيغسل مكان الإصابة جيدًا بالماء والصابون عدة مرات . وفى كل مرة يعاد الكشف الإشعاعى ، وهكذا حتى تصبح المناطق الملوثة خالية تماما من التلوث .

ثالثًا : فى حالة تلوث كل الجسم ، يجب خلع الملابس الواقية ، ثم يتم غسل الشعر فوق حوض اليدين بعيدًا عن باقى الجسم ، حتى لا يسقط التلوث على الفم ، بعد ذلك يتم غسل وتنظيف

الجسم كله تحت رشاش مائى باستعمال الصابون أو أى مادة منظفة أخرى تكون أكثر فعالية . وقد يحتاج الشخص إلى الاغتسال عدة مرات .

رابعًا : إذا تعرض الشخص للتلوث عن طريق الهواء (التنفس) ، يجب أن « يتمخط » أو ينظف أنفه جيدًا بالماء ، وإذا بقى جرح ثانوى فى منطقة التلوث ، فيجب أن يسمح له بالنزف بحرية ويغسل الجرح بالماء بغزارة لتقوية إزالة التلوث .

وبعد أن يتم الاسعافات الأولية ، يجب الحصول على المساعدة الطبية بأسرع وقت ممكن .

أما فى حالة ابتلاع الشخص مادة مشعة ، فقد يعطى بعض المواد الغرض منها منع أو تقليل الامتصاص من قبل القناة الهضمية مثل مضادات الحموضة أو رزنات التبادل الأيونى ، أما فى حالة امتصاص الجسم لعناصر مشعة ذات سمية عالية مثل البلوتونيوم ٢٣٩ عن طريق الفم أو الاستنشاق ، وكان بشكل قابل للذوبان ، فقد يعطى للشخص مواد كيميائية دوائية لمساعدة الجسم على الإخراج والمساعدة على التخلص من هذا التلوث ، وفى حالة امتصاص الجسم بعض النظائر المشعة ، فيمكن إيقافه بالتعادل المسبق بكميات كبيرة من النظير المستقر لنفس العنصر على سبيل

المثال ،إذا أخذ الشخص اليود المشع الذى يسبب ضررًا بالغدة الدراقية ، فيمكن تقليل هذا العنصر إلى درجة كبيرة بالتبادل المسبق بكبسولة زنة ٢٠٠ ميللى جرام من يود البوتاسيوم .

وعلى ما تقدم ، لابد من مناشدة كافة المسئولين والعاملين فى مجال الإشعاع النووى وجميع الجمعيات الحكومية والأهلية والتنظيمات الشعبية ورجال الصحافة والإعلام فى العالم العربى للتنسيق وتكثيف الجهود نحو درء هذا الخطر الداهم من أجل حياة بيئية نظيفة لنا ولأجيالنا .

الفصل الخامس

النفايات وصراع الشمال والجنوب

مقدمة :

خلال القرن العشرين ، حققت الدول المتقدمة نموًا كبيرًا فى شتى مجالات الحياة وتعددت صناعاتها ، مما أدى إلى تزايد ملموس فى حجم النفايات الناجمة عن ذلك . وفى العقدين ، الماضيين لجأت هذه الدول إلى أساليب متنوعة للتخلص من نفاياتها الصناعية ، سواء داخل هذه الدول أو خارجها ، وقد تناقلت وسائل الإعلام المختلفة أخبار رصد حالات لإلقاء كميات هائلة من نفايات الدول الصناعية خاصة النفايات النووية فى عدد من دول العالم النامى ، مما خلق حالة من الذعر والهلع فى الأوساط الشعبية ولدى الجهات المسئولة فى هذه الدول .

فيما يلى سوف نلقى الضوء على مشكلة النفايات الصناعية للدول المتقدمة (دول الشمال) وذلك من خلال تحديد ماهية هذه النفايات ومصادرها ، وكذلك الأسس التى تؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار مواقع التخلص منها .

النفايات الصناعية :

يمكن القول أن النفايات تشمل جميع المخلفات السامة المتمثلة

فى المواد القابلة للاشتعال الآكلة أو المتآكلة أو القابلة للتفاعل الناتجة عن فضلات المؤسسات الصناعية والمفاعلات النووية وغيرها .

ونظرًا لأهمية هذا الموضوع فقد اهتمت جميع الدول بتأثير هذه النفايات على تلوث البيئة ، فقد أسست الولايات المتحدة الأمريكية جهاز حماية البيئة الأمريكية

(U. S. Environmental Protection Agency) "EPA"

ويقوم هذا الجهاز بإجراء مسح شامل ودقيق لجميع المؤسسات التجارية والصناعية بالولايات المتحدة الأمريكية لمعرفة طبيعة وكمية نفاياتها ، بالإضافة إلى معرفة الطرق المتبعة للتخلص منها .

وتعتبر الصناعات الكيميائية والمعدنية المصدرين الرئيسين للنفايات الصناعية فى الولايات المتحدة الأمريكية . ومن الملفت للنظر أن قائمة الصناعات التى تسهم فى ظاهرة النفايات الصناعية السامة تشمل صناعة الورق والجلود والنسيج والأخشاب والأثاث بالإضافة إلى الكثير من المؤسسات التجارية الصغيرة مثل مغاسل البخار ومعامل تحميض الصور الفوتوغرافية وورش إصلاح السيارات .

الطرق المختلفة للتخلص من النفايات :

والآن دعنا نتساءل ، كيف آلت مشكلة النفايات إلى ما هى عليه الآن ؟ وما هى الطرق الشائعة المتبعة للتخلص منها ؟

تشير بعض المصادر إلى أن هنالك طرقًا عديدة للتخلص من هذه النفايات الصناعية ، مثل إلقائها فى الأرض ، أو معالجتها كيميائيًا أو حيويًا لتقليل نسبة المواد السامة بها ، أو إعادة تصنيع هذه النفايات واستخدامها كمواد أولية لصناعات أخرى أو مصدر للطاقة أو حرقها . ولكن يظل لبعض هذه الطرق مميزات أكثر بالمقارنة بالأخرى ، وذلك تبعًا لتكلفتها المادية ومدى سهولتها ، وقد أشار أحد تقارير مكتب حماية البيئة الأمريكية "EPA" بأن حوالى ٩٢٪ من النفايات الأمريكية تلقى فى الأرض ، بينما ٤٪ منها يتم معالجتها كيميائيًا والبقية يعاد تصنيعها لاستخدامها فى أغراض أخرى ، أما من حيث التكاليف فهى متباينة بشكل كبير ، على سبيل المثال وجد أن تكاليف إلقاء طن واحد من النفايات فى الأرض . تبلغ ١١ (أحد عشر) دولارًا أمريكيًا ، أى حوالى أربعين جنيها مصريًا . بينما تبلغ تكاليف إعادة تصنيع هذه الكمية من النفايات ١٩ (تسعة عشر) دولارًا أمريكيا ، أى ما يعادل سبعين جنيها مصريًا . أما تكاليف المعالجة الكيميائية أو الحيوية فتصل إلى ٥٠ خمسين دولارًا أمريكيًا أى ما يعادل مائة وسبعين جنيها مصريًا .

والجدير بالذكر أنه بالإضافة إلى النفايات الصناعية المذكورة سابقًا ، فإن أكثر من عشرين دولة قد طورت برامجها لاستخدام

الطاقة الذرية فى مشاريعها المختلفة العسكرية ، والمدنية على حدٍ سواء ، ومعظم هذه الدول بدأ فى تطوير بعض الطرق للتخزين ومن ثم التخلص من النفايات الذرية والنووية المشعة الناجمة عن ذلك ، لكن اختيار مواقع التخزين لهذه النفايات الخطيرة ظل عملية أكثر تعقيدًا ، حيث أن هناك خلافا كبيرًا على ذلك بين المستويات الحكومية المركزية والمحلية وكذلك معارضة كبيرة من قطاع واسع من المواطنين لهذه المشاريع نظرًا لخطورتها الصحية والآثار الاقتصادية والأمنية للعيش بالقرب من هذه المواقع .

والذى يدعو حقيقة للأسف أنه بالرغم من تزايد جبهة المعارضة الشعبية للتخلص من هذه النفايات الخطيرة فى بعض المواقع ، نرى بعض الحكومات والفئات سواء فى العالم المتقدم (دول الشمال) أو العالم النامى (دول الجنوب) ترحب بوجود هذه المخلفات فى بيئتهم للحصول على بعض الدعم المادى مقابل ذلك .

أساليب التخلص من النفايات الذرية :

وكما أن للتخلص من النفايات الصناعية أساليب شتى ، فإن الحال كذلك بالنسبة للنفايات الذرية والنووية ، نذكر منها على سبيل المثال ، إمكانية وضعها فى براميل خاصة ثم دفنها على بعد ثلاثة إلى عشرين مترًا تحت الأرض ، وقد جرت العادة أن تلقى

العديد من دول الشمال المتقدمة نفاياتها النووية فى المحيطات ويعتبر استخدام جوف الأرض كمدافن للنفايات "Land Fill Disposal Of Hazardous Wastes" هو الأكثر شيوعًا على الرغم من مخاطره على البيئة وصحة الإنسان ، لذا فإن اختيار المواقع الملائمة لهذه المدافن يعتبر عملية فى منتهى الخطورة . بالإضافة إلى أهمية اختيار موقع مناسب للتخلص من النفايات ، فإن تصميم طريقة جديدة للتخلص من هذه النفايات أمر حساس أيضًا ، حيث تنجم معظم المشاكل البيئية والصحية عن سوء اختيار الموقع أو رداءة تصميم طريقة التخلص من هذه النفايات ، وفى حالات كثيرة يتم تغطية هذه النفايات بطبقة من التربة ، للحد من تجمع الحشرات والطيور حولها وأكلها وتفاقم المشكلة على نطاق واسع .

ونظرًا للخطورة الكبيرة التى تحتوى عليها النفايات المختلفة ، فقد أوصى خبراء البيئة بمراعاة أن يتسم موقع ردم النفايات بسماكة طبقات تربة "Thick Soil Strata" مع تكوينها من طين غير قابل للنفاذ وذى مسامية محدودة (Highly Impermeable Clay) . وفى منطقة لا تستخدم مياهها الجوفية أو السطحية للأغراض البشرية ، وتشير كثير من الدراسات فى هذا الشأن بأن عددًا كبيرًا من المواقع الحالية لا تتوفر فيها الشروط السابقة .

وبعد أن يتم دفن النفايات الصناعية فى باطن الأرض ، تتساقط

الأمطار التى تخترق مياهها طبقة التربة المغطاة بها لتسهم فى تسرب العناصر الكيميائية التى تشكل جزءًا كبيرًا من تركيب هذه النفايات إلى المياه الجوفية ، وحتى المياه السطحية المتمثلة فى الأنهار الجارية التى يعتمد عليها الإنسان فى سد احتياجاته ، كما أن كمية كبيرة من هذه العناصر الكيميائية ينتهى بها المطاف لتترسب فى طبقات التربة التى يعتمد عليها فى الزراعة وإنتاج المحاصيل ورعى الحيوانات التى تعتبر الثروة الحيوانية الغذائية للإنسان ، ويدخل فى قائمة هذه العناصر الكيميائية غازات الميثان والنيتروجين وثانى أكسيد الكربون والنشادر والهيدروجين وثانى وثالث أكسيد الكبريت وبعض من أكاسيد النيتروجين بالإضافة إلى عناصر أخرى .

والجدير بالذكر أن المياه تحمل هذه العناصر الكيميائية السامة ومركباتها المكونة للنفايات وتنقلها من أماكن إلقائها الأصلية إلى أماكن أخرى غير طبقات التربة المختلفة ، وعلى الرغم أن هذه العناصر الكيميائية السامة تتحرك ببطء فى المياه الجوفية والتربة ، إلا أنها تصل إلى مسافات بعيدة ، ومما يؤكد ذلك أن بعض الأبحاث أوضحت وجود نسبة كبيرة من الزئبق والرصاص فى مياه تبعد عدة كيلومترات عن بعض مرادم النفايات السامة .

وقد اعتبرت هذه المياه غير صالحة للاستعمال وتشكل خطرًا على البيئة المحيطة بها .

كل ذلك حدى بالكثيرين إلى انتهاج مبدأ الحيطة والحذر من هذه النفايات الخفية .

ونظرًا لتزايد الوعى البيئى بخطورة هذه النفايات الصناعية ، فإن هناك عدة محاولات قائمة فى الدول الغربية لتنظيف البيئة من النفايات الصناعية ، وكذلك متابعة حالة المياه الجوفية والسطحية ، كما أدى اكتشاف الإصابة بحالات السرطان والإجهاض ، وكذلك حدوث حالات التسمم الزرنيخى ، وأيضًا تشخيص حالات وفاة المواشى وإصابتها ببعض الأمراض الخطيرة إلى وجود هذه النفايات بالقرب من أماكن تواجد هذه الحالات .

وتجدر الإشارة إلى صعوبة ملاحظة جميع الحالات المرضية وايجاد نوع من الربط بينها وبين النفايات بطريقة مباشرة .

يستخلص من ذلك أن عملية التخلص من النفايات الصناعية فى الدول المتقدمة قد خلقت أزمة كبيرة خلال السنوات الماضية ، حيث تزايد الاهتمام بمتابعة ومراقبة تلوث الماء والهواء .

وخلال السنوات الأخيرة لجأ الكثير من الدول الصناعية فى التخلص من نفاياتها الصناعية خارج حدودها وعلى أراضى دول أخرى . حتى أن بعض الدول الصناعية لجأت إلى شحن نفاياتها على متن سفن خاصة وأرسلتها لتلقى بعيدًا عن مياهها الإقليمية أمام سواحل أفريقيا أو فى البحر الأحمر .

ومن الملفت للانتباه أن بعض الدول الغربية ترى أنه يجب أن تحتوى المعاهدات التجارية مع دول الجنوب النامى على بنود تسمح لها بإلقاء نفاياتها فى أراضى تلك الدول وبالذات تلك الدول ذات الكثافة السكانية المنخفضة .

وقد اتخذت النفايات التى تصل من الدول المتقدمة إلى العالم النامى أشكالاً وصورًا مختلفة ومسميات وشعارات شتى على سبيل المثال وليس الحصر ، وصل رماد من مدينة « فلادليفيا » الأمريكية إلى « هايتى » على أنه سماد ، بينما وصلت نفس النفايات إلى دولة « غينيا » على أنها مواد لصناعة الطوب .

ولعلنا نتذكر ما أوردته وكالات الأنباء من ضبط كميات من المواد الكيميائية النقية أرسلتها شركة « كولبرت بروترز » الأمريكية إلى شركات فى كل من الهند وكوريا الجنوبية ونيجيريا وهى لم تكن فى الحقيقة سوى شحنة من المبيدات الحشرية منتهية مدة الصلاحية ، والجدير بالذكر أن هذه النفايات قد تشحن إلى الدول النامية لحساب شركات مزيفة لا وجود لها فى الواقع ، وبعد تتبع بعض محاولات التخلص من النفايات الصناعية فى العالم النامى ، اكتشف تورط العديد من الشركات المحلية والسماسرة بهذه الدول النامية مع شركات عالمية فى هذه العمليات ، كما تبين أن هنالك

خطوطًا بحرية وشركات متخصصة فى نقل النفايات الصناعية من دول الشمال المتقدم إلى بعض دول الجنوب النامى .

وتلعب الظروف السائدة فى بعض الدول النامية ، من تخلف اقتصادى وديون طائلة للمؤسسات الغربية بالإضافة إلى انغماسها فى حروب أهلية متعددة ، دورًا كبيرًا فى جعل هذه الدول ميادين رحبة للنفايات الصناعية للدول المتقدمة . وقد تناولت وكالات الأنباء أيضًا اتفاق بعض المسئولين بدولة « غينيا بيساو » مع شركات سويسرية وبريطانية لتصدير ١٥ ألف طن أسبوعيًّا من نفايات الولايات المتحدة الأمريكية مقابل ١٢٠ (مائة وعشرين) مليون دولار فى السنة ، مما يعادل الدخل القومى لهذه الدولة .

وقد وجد أن بعض الدول النامية الفقيرة تقبل عروضًا مادية متواضعة مقابل السماح للدول الصناعية بالتخلص من نفاياتها بها ، وتقبض عادة الشركات المتخصصة فى تصدير النفايات إلى دول العالم النامى أضعاف ما تحصل عليه الدول النامية التى يتم التخلص من النفايات بها .

الآثار السياسية والبيئية :

لقد كان لتصدير النفايات الصناعية من الدول المتقدمة إلى دول العالم النامى آثار سياسية وبيئية متعددة . فقد أدى هذا النمط من

حركة الاستيراد والتصدير فيما بين الدول المختلفة الكثير من الارتباك على المستوى المحلى للعديد من الدول المستوردة والمصدرة .

وقد أدى تصدير النفايات من الدول الصناعية إلى دول العالم النامى إلى انتقاد البرلمان الأوروبى فى ستراسبورج لهذه الممارسات ووصفها بأنها غير أخلاقية ومجرّمة ، كما أدى عمليات التصدير هذه إلى توتر علاقات بعض الدول النامية مع دول أخرى صناعية على أثر اكتشافها لمحاولات التخلص من النفايات فى أراضيها .

بالإضافة إلى الآثار السياسية السابقة ، هناك الكثير من الآثار الصحية والبيئية التى نجمت عن هذه النفايات ، حيث لوحظ ظهور عدد من الحالات المرضية النفسية والعضوية وانتشار حالات من الذعر والهلع فى أوساط السكان ، خاصة بعد ظهر حالات التورم والانتفاخ وبقع الجلد التى عزيت إلى وجود هذه النفايات ، ومن الآثار البيئية ، تلوث مياه البحر الأبيض المتوسط بشكل واسع ورؤية الأسماك الميتة على شواطئ بعض الدول المطلة على البحر المتوسط ، كما لوحظ فى جزيرة « كاسا » السياحية بدولة غينيا تلف الأشجار الخضراء ، بفعل النفايات التى تم دفنها فى هذه الجزيرة ، هذه فقط مجرد نماذج للأخطار البيئية والصحية للنفايات الصناعية المختلفة .

ويجب التأكيد على أن التخلص من النفايات الصناعية بدفنها

فى الأرض أو البحر وخلافه ، يعتبر خطرًا محققًا ، حيث تتعاقب أجيال عديدة على استيطان هذا الكون قبل أن تنكشف جميع الآثار خاصة الناتجة عن المخلفات الذرية والنووية التى تظل مشعة لملايين السنين .

ولابد من الإشادة هنا ببعض الجهود الدولية للحد من مأساة تجارة النفايات الصناعية بين الدول المتقدمة والنامية ، فبالإضافة إلى انتقاد البرلمان الأوروبى لها فى مناسبات عديدة ، يحاول برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة تبنى فكرة عقد مؤتمرات دولية للتحكم فى حركة النفايات الصناعية ، كما اتخذت الدول الأوروبية عدة قرارات للحد من تجارة النفايات ، حيث اشترطت الدول الصناعية الحصول على موافقة مسبقة من الدول النامية الراغبة فى استيراد النفايات الصناعية ، كما أوصت هذه القرارات بضرورة أن تكون لدى هذه الدول المستوردة القدرة على معالجة هذه النفايات حتى تصبح غير ضارة .

والسؤال الذى يجب طرحه هو كيف يتسنى للدول النامية الفقيرة أن تملك هذه القدرة التكنولوجية الخارقة للتخلص من النفايات والتى عجزت عن توفيرها الدول الصناعية ذاتها ؟

وعلى مستوى الدول النامية ، فقد تبلور إحساس بالخطر فى

أوساط مختلفة ، ففى مؤتمر القمة الأفريقية الذى عقد فى أديس أبابا خلال شهر مايو عام ١٩٨٨ م ، عرضت مشكلة النفايات ، وقد اتخذ القرار بحظر استيراد أفريقيا للنفايات الصناعية ، مما يعنى إلزام الحكومات فى الدول الصناعية بعدم تصدير نفايات إلى أفريقيا .

أما على مستوى الدول المتقدمة ، فيسود شعور نسبى بالخطأ ، حيث أصدر البرلمان الأوروبى فى مايو عام ١٩٨٨ م قرارًا يوصى بحظر تصدير النفايات الأوروبية إلى دول العالم النامى . وفى شهر يونيو عام ١٩٨٨ م أوصى بدعوة الدول الأوروبية إلى تبنى سياسات داخلية تحد من التخلص من النفايات الأوروبية فى الدول النامية الفقيرة . وقد اعترضت فى حينه كل من بريطانيا وفرنسا ضد تنفيذ هذا القرار ، ومن الجدير بالذكر ، أنه لا يوجد قانون صريح فى كثير من الدول الصناعية كأمريكا واليابان ينص على حظر تصدير النفايات الصناعية إلى الدول النامية .

إن عدم وجود سياسة دولية واضحة نحو تصدير النفايات الصناعية إلى دول العالم النامى قد يؤدى إلى تزايد وصول هذه النفايات إلى هذا الجزء من العالم ، مما يقود إلى القبول بفكرة اعتبار دول الجنوب النامى مرمى لنفايات دول الشمال الصناعى ، لذا نناشد المنظمات الدولية من خلال هيئة الأمم المتحدة من سن

التشريعات والقوانين الدولية لحماية إنسان وبيئة العالم النامى من الخطر القادم من العالم الصناعى ، ولابد من التأكيد على ضرورة متابعة البحوث والدراسات فى هذا المجال الحيوى ويتم ذلك من خلال التركيز على تحديد المواقع المختلفة فى دول العالم النامى التى تم بالفعل التخلص من النفايات بها ، ثم دراسة الآثار الصحية والبيئية التى نشأت عن النفايات ويتم ذلك بواسطة الوسائل التكنولوجية الحديثة مثل الصور الجوية عن طريق الأقمار الصناعية ونظم المعلومات الجغرافية .

وفى هذا الشأن لعبت الدبلوماسية المصرية بنجاح دورًا بارزًا من أجل حماية الدول العربية والأفريقية والحيلولة دون تحولها إلى مدافن دائمة للنفايات الصناعية للدول المتقدمة ، مما كان له عظيم الأثر لدى قادة الشعوب الأفريقية والعربية وتبنيها سياسة مناهضة لهذا العمل .

والآن ، فإن جامعة الدول العربية لابد أن تتبنى سياسة عربية متكاملة لحماية البيئة ومن أجل الدفاع عن حياتنا وحياة الأجيال القادمة من بعدنا .

المراجـع

١ - **الإمكانات النووية للعرب وإسرائيل** ، تأليف : صدقى يحيى مستعجل ، مطبوعات تهامة عام ١٩٨٣ م .

٢ - **الحروب الكيميائية والبيولوجية والذرية** ، تأليف د . عبد العزيز شرف ، الهيئة المصرية العامة للكتاب عام ١٩٧٣ م .

٣ - **الليزر الأشعة الساحرة** ، تأليف د . محمد زكى عويس ، اقرأ - دار المعارف عام ١٩٩٦ م .

٤ - **الأسلحة الكيميائية والجرثومية** ، تأليف نبيل صبحى ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الثانية ١٩٨٣ م .

٥ - **الإشعاع النووى أضراره وفوائده** ، تأليف د . على اللقانى دار الفكر عام ١٩٨٨ م .

٦ - **مجلة علوم وتكنولوجيا** الصادرة عن معهد بحوث الكويت عددى مارس ومايو عام ١٩٩٥ م إعداد وتأليف د . محمد زكى عويس .

مجلة أكتوبر تفوز بلقب

مجلة العرب السياسية الأولى

مركز الشرق الأوسط للبحوث والدراسات الإعلامية والمعلومات

أكتوبر مجلة العرب السياسيه الاولى للعام ١٤١٦ هجري

سعادة رئيس تحرير اكتوبر
الموقر

بعد التحيه والتقدير لشخصكم الكريم،،

بكل الفخر والاعتزاز وباسم ما يقارب من ٥٥٠٠٠ مواطن عربي من العالم العربي والجاليات العربيه في العالم شاركوا في اول استطلاع رأي عربي عالمي هجري يجريه مركز الشرق الاوسط للبحوث والدراسات الاعلاميه والتسويقيه نهنئكم بفوز مجلتكم **أكتوبر** بلقب مجلة العرب السياسيه الاولى للعام الهجري ١٤١٦ بنسبة ٣٤,٨١٪.

لذا فانه لمن دواعي سرور مجلس ادارة المركز والذي يضم في عضويته مجموعة من خبراء الإعلام والاقتصاد والسياسه والاجتماع في العالم العربي أن يهنئكم بهذا الفوز الذي نالته مجلتكم بكل اقتدار بفضل المجهودات المخلصه والمتميزه التي تبذلونها في خدمة القارىء العربي في أرجاء المعمورة.

مجلس ادارة المركز





فهرس

رقم الإيداع	١٩٩٦/٩١٥٩
الترقيم الدولى	977-02-5311-1 ISBN

١ / ٩٦ / ٣٣

طبع بمطابع دار المعارف (ج.م.ع.)

اقرأ

سلسلة ثقافية شهرية تصدرها دار المعارف منذ عام ١٩٤٣ ، مساهمة منها فى نشر الثقافة والعلوم والمعرفة بين قراء العربية صدر منها حتى الآن أكثر من ستمائة عدد لكبار الكتاب منها :

- صور من قريب
  حسن فؤاد
- القدرات الخفية فى عالم الحيوان
  د . كمال الشرقاوى غزالى
- قاهريات مملوكية
  جمال الغيطانى
- الليزر .. الأشعة الساحرة
  د . محمد زكى عويس
- إنى صاعدة
  حلمى سلاّم
- تأملات فى كتاب الله
  د . ثريا العسيلى
- البحر فضاؤنا الداخلى
  رجب سعد السيد
- ثقب فى الفضاء
  شعبان
- الفكاهة فى مصر
  د . شوقى ضيف
- الإعلام وثقافة الطفل
  د . عاطف العبد
- الرومانتيزم الألم والأمل
  د . صالح على بدير
- قنديل أم هاشم
  يحيى حقى
- ٤٥ مشكلة حب
  د . مصطفى محمود
- إدارة عموم الزير
  د . حسين مؤنس
- مع الآخرين
  أنيس منصور
- من النافذة
  إبراهيم عبد القادر المازنى

العدد القادم

فى بحور العلم (جزءان)

د . أحمد مستجير

إن أسلحة الدمار الشامل ، والتلوث النووى ، والنفايات الذرية ، هى القضية المعاصرة الملحة للعالم أجمع ، فالصراع حولها قائم ، والصداع مزمن ، والخطر يهدد الجميع .

وخطورة هذه القضية أنها وثيقة الصلة بتلوث البيئة والأمن والسياسة والتنمية ، أى أنها تهدد مصير البشرية فوق الكرة الأرضية .

وفى هذا الكتاب ، يدق الدكتور محمد زكى عويس أجراس الخطر لينبه الإنسان إلى ما تجنيه يداه .





٤٠٢٧٠٠